

ANA LUISA PALHANO SILVA

**ESTRUTURA DO DOSSEL E O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE
NOVILHAS LEITEIRAS EM PASTOS DE CAPIM MOMBAÇA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

**CURITIBA
2004**

ANA LUISA PALHANO SILVA

**ESTRUTURA DO DOSSEL E O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE
NOVILHAS LEITEIRAS EM PASTOS DE CAPIM MOMBAÇA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César F. Carvalho

**CURITIBA
2004**

Às minhas lindas filhas,
ISADORA e BRUNA,
Ao meu amigo e companheiro,
LUIZ EDUARDO

ofereço

Aos meus pais,
CIDA e IWAR,

dedico

Às crianças um pedido:
Mantenham sempre
a curiosidade científica;
a emoção saudável;
as fantasias mais
puras, que geram
os sonhos...
...que alimentam os homens.

Anônimo

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Paulo César de Faccio Carvalho, que além de orientador tornou-se um grande amigo, por abrir-me os horizontes a um conhecimento novo e transformador;

Ao Dr. João Ricardo Dittrich, pela valiosa co-orientação e amizade;

Ao Dr. Aníbal de Moraes, pela co-orientação, amizade e por possibilitar minha participação nesse excelente grupo de trabalho;

Ao Dr. Amadeu Bona Filho, pela amizade e pelo auxílio na implantação dos trabalhos de campo;

Ao Dr. Edílson Batista de Oliveira pela orientação estatística;

Aos estagiários Michelly Opalinski, Ayrton S. Moura, Roberson de Oliveira e Andressa Maçaneiro, pela colaboração inestimável durante os trabalhos de campo;

Aos amigos Deonísia Martinichen, e Clemilson Sombrio Gomes pelo apoio em todas as etapas deste trabalho;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação pelo apoio e amizade ;

À Fazenda Experimental do Cangüiri, da UFPR, pela cessão da área experimental e pela colaboração de seus funcionários durante os trabalhos de campo;

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela cessão dos equipamentos experimentais;

Aos professores do Departamento de Fitotecnia da UFPR pelos conhecimentos transmitidos;

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia da UFPR pela colaboração nas diferentes etapas do curso.

À Rosenilda de Fátima Santos, pela ajuda incansável à minha família, permitindo tranquilidade durante a condução deste trabalho.

BIOGRAFIA DA AUTORA

ANA LUISA PALHANO SILVA, filha de Maria Aparecida S. Palhano e Iwar José Scorzato Palhano, nasceu em 09 de agosto de 1961, em São Paulo, SP,

Em janeiro de 1988, recebeu o título de Engenheira Agrônoma pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo.

Em outubro de 1990, recebeu o título de Mestre em “Nutrição Animal e Pastagens, pelo Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo.

Durante o período de abril de 1991 a dezembro de 1994, trabalhou como Supervisora de Formulação, junto à empresa NUTRIS – Tecnologia e Sistemas de Nutrição Ltda, situada no município de Quatro Barras, PR.

Desde fevereiro de 1995, é professora nas disciplinas de Forragicultura, Fundamentos de Manejo de Pastagens, Nutrição Animal e Alimentação de Ruminantes, no curso de Zootecnia, das Faculdades Integradas Espírita.

Durante o período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002, atuou como assessora técnica, junto ao Programa Paraná Agroindustrial, no projeto Alimentos Funcionais e Nutracêuticos.

Desde outubro de 2002, é professora da disciplina Bromatologia, Alimentos e Nutrição Animal, do curso de Medicina Veterinária, da Universidade Tuiuti do Paraná.

Em fevereiro de 2002, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
 CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	 01
1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	03
 CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA	 04
2.1 O CAPIM MOMBAÇA	04
2.2 O PROCESSO DE PASTEJO	05
2.3 O CONSUMO DE FORRAGEM	06
2.3.1 O consumo de forragem em espécies forrageiras tropicais	08
2.3.2 O consumo de forragem e a estrutura da pastagem	08
2.3.3 O bocado – a menor escala de avaliação do consumo animal	09
2.3.3.1 A estrutura da pastagem e suas relações com a massa do bocado	10
2.4 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DO DOSSEL FORRAGEIRO.....	12
2.5 ESTRATÉGIAS ALIMENTARES DOS ANIMAIS EM RESPOSTA À ESTRUTURA DO DOSSEL FORRAGEIRO.....	13
2.5.1 Estratégias dos animais relacionadas à procura por forragem	14
2.5.2 Estratégias dos animais relacionadas à manipulação da forragem	16
2.5.3 Estratégias dos animais relacionadas ao tempo destinado ao pastejo	18
2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
 CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O LOCAL DE ESTUDO, PERÍODO EXPERIMENTAL E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	 26
3.1 LOCAL DE ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA.....	26
3.2 IMPLANTAÇÃO DA PASTAGEM	26
3.3 INSTALAÇÃO DOS PIQUETES.....	27
3.4 PREPARO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.....	27
3.5 PERÍODO PRÉ-EXPERIMENTAL.....	28
3.5.1 Equipamentos utilizados.....	28
3.5.2 Animais experimentais.....	32
3.5.3 Habituação dos animais e treinamento dos avaliadores quanto ao procedimento experimental.....	32
3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
 CAPÍTULO 4 – CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO DE INGESTÃO DE CAPIM MOMBAÇA POR NOVILHAS LEITEIRAS EM PASTEJO	 35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	35
4.1 INTRODUÇÃO.....	36
4.2 METODOLOGIA.....	37
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.3.1 Caracterização da estrutura da pastagem.....	40
4.3.2 Características da ingestão de novilhas leiteiras.....	46
4.4 CONCLUSÕES	55
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

CAPÍTULO 5 - PADRÕES DE DESLOCAMENTO E PROCURA POR FORRAGEM DE NOVILHAS LEITEIRAS PASTEJANDO CAPIM MOMBAÇA.....	61
RESUMO	61
ABSTRACT	61
5.1 INTRODUÇÃO	62
5.2 METODOLOGIA.....	63
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.3.1 Caracterização da estrutura da pastagem	65
5.3.2 Padrões de deslocamento e procura por forragem dos animais.....	67
5.4 CONCLUSÕES.....	73
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
 CAPÍTULO 6 – ESTRUTURA DO CAPIM MOMBAÇA E SUAS CONSEQÜÊNCIAS SOBRE OS PADRÕES DE DESFOLHAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS EM PASTEJO.....	 77
RESUMO.....	77
ABSTRACT.....	77
6.1 INTRODUÇÃO.....	78
6.2 METODOLOGIA.....	79
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
6.3.1 Caracterização da estrutura da pastagem	82
6.3.2 Padrão de desfolhação dos animais.....	88
6.4 CONCLUSÕES.....	91
6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
 CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 95
 ANEXOS	 97

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 -	Representação esquemática do consumo diário de forragem.....	10
FIGURA 3.1 -	Temperaturas máximas, médias e mínimas da região de Pinhais, Paraná, no período de janeiro a julho de 2002.....	27
FIGURA 3.2 -	Croqui da área experimental, apresentando os oito piquetes implantados com capim Mombaça e o corredor de comunicação. Pinhais, 2002.....	28
FIGURA 3.3 -	Coletores de fezes e urina - utilizados para reter os dejetos dos animais durante os testes de pastejo. Pinhais, 2002.	29
FIGURA 3.4 -	Estratificador – equipamento utilizado para efetuar cortes segmentados da forragem de capim Mombaça, ao longo do perfil vertical do dossel, a cada 20 cm. Pinhais, 2002.....	30
FIGURA 3.5 -	<i>Sward stick</i> - equipamento utilizado para medir a altura do dossel de capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	31
FIGURA 3.6	Perfilho de capim Mombaça marcado com fio de telefone colorido, contendo dupla identificação numérica, plastificada. Pinhais, 2002.....	31
FIGURA 3.7 -	Visão geral da balança e do processo de pesagem dos animais. Pinhais, 2002.....	32
FIGURA 3.8 -	Vista geral do deslocamento dos animais e da equipe de trabalho entre a balança e os piquetes de capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	33
FIGURA 4.1 -	Relação entre a altura do dossel e a massa de forragem e de lâminas foliares (kg de MS.ha ⁻¹) de capim Mombaça nos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.....	43
FIGURA 4.2 -	Teores de PB, FDN e FDA das lâminas foliares (%) do estrato médio superior do dossel de capim Mombaça, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.....	45
FIGURA 4.3 -	Relação entre altura do dossel e massa do bocado de novilhas leiteiras (mg de MS.bocado ⁻¹ .kg de PV ⁻¹), referente às alturas 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	47
FIGURA 4.4 -	Teor de matéria seca da forragem colhida (%) para as alturas de dossel de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	47
FIGURA 4.5 -	Relação entre a altura do dossel e a taxa de bocados (bocados.min ⁻¹), referente às alturas 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	48
FIGURA 4.6 -	Relação entre a altura do dossel e o tempo por bocado (s.bocado ⁻¹), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	49
FIGURA 4.7 -	Relação entre a altura do dossel e o comprimento médio de lâminas foliares expandidas e em expansão do capim Mombaça, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.....	50
FIGURA 4.8 -	Relação entre a massa do bocado e o tempo por bocado de novilhas holandesas em capim Mombaça. Pinhais, 2002.	51
FIGURA 4.9 -	Relação entre a altura do dossel e a massa de forragem total consumida (g de MS.kg de PV ⁻¹) por novilhas leiteiras, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	53
FIGURA 4.10-	Relação entre a altura do dossel e a taxa de ingestão de forragem (g de MS.kg de PV ⁻¹ .min ⁻¹) de novilhas leiteiras, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	53

FIGURA 4.11-	Relação entre o tempo por bocado e a massa do bocado em função da altura do dossel, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.	54
FIGURA 5.1 -	Relação entre a altura do dossel e o número de estações alimentares por minuto visitadas por novilhas holandesas ($EA\ min^{-1}$), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	68
FIGURA 5.2 -	Relação entre a altura do dossel e o número de passos entre estações alimentares de novilhas holandesas, referentes às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.	68
FIGURA 5.3 -	Relação entre a altura do dossel e o número de bocados por estação alimentar ($bocados.EA^{-1}$), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	70
FIGURA 5.4 -	Relação entre a altura do dossel e o número total de passos, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm do capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	71
FIGURA 5.5 -	Relação entre a altura do dossel e a taxa média de deslocamento ($passos.min^{-1}$), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	72
FIGURA 5.6 -	Relação entre a altura do dossel e taxa de utilização da área ($m^2.min^{-1}$), referente às alturas 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	72
FIGURA 6.1 -	Distribuição da massa de forragem ao longo do perfil do dossel forrageiro, referente às alturas de 60 (a), 80 (b), 100 (c), 120 (d) e 140 (e) cm. Pinhais, 2002.....	84
FIGURA 6.2 -	Probabilidade de desfolhação de lâminas foliares expandidas em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	89
FIGURA 6.3 -	Índices de seletividade ativa e passiva das lâminas foliares, referentes às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm do dossel em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	90
FIGURA 6.4 -	Intensidade de desfolhação de lâminas foliares expandidas em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 - Alturas efetivas do dossel na entrada e saída dos animais da pastagem de capim Mombaça, oferta de forragem ($\text{m}^3 \text{UA}^{-1}$ e kg de MS.UA^{-1}) e de lâminas foliares ($\text{kg de MS.100 kg PV}^{-1}$), referentes aos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140 cm de altura do dossel. Pinhais, 2002.	41
TABELA 4.2 - Densidade volumétrica de forragem de capim Mombaça (kg de MS.m^{-3}), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.....	43
TABELA 4.3 - Densidade volumétrica de colmos mais bainhas de capim Mombaça (kg de MS.m^{-3}), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.....	44
TABELA 4.4 - Densidade volumétrica de lâminas foliares de capim Mombaça (kg MS.m^{-3}), referentes às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.....	44
TABELA 5.1 - Alturas efetivas do dossel na entrada e saída dos animais da pastagem, oferta de forragem, densidade volumétrica de forragem, de colmos mais bainhas e de lâminas foliares e massa de forragem e de lâminas foliares do capim Mombaça, referentes aos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140 cm de altura, Pinhais, 2002.....	66
TABELA 6.1 - Índices de seletividade passiva e ativa de lâminas foliares em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	81
TABELA 6.2 - Alturas efetivas do dossel na entrada dos animais para os testes de pastejo, referentes às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em pastagem de capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	82
TABELA 6.3- Oferta de forragem presente nos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140 cm de altura do dossel em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	83
TABELA 6.4 - Massa de forragem e de lâminas foliares, referentes às alturas da 60, 80, 100, 120 e 140 cm do dossel em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	83
TABELA 6.5 - Relação entre massa de lâminas foliares/massa seca de lâminas foliares mais colmos mais bainhas, em estratos de 20 cm do dossel em capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	85
TABELA 6.6 - Densidade volumétrica de forragem capim Mombaça ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{cm}^{-1}$). Pinhais, 2002.....	86
TABELA 6.7 - Densidade volumétrica de colmos mais bainhas do capim Mombaça (kg de MS m^{-3}). Pinhais, 2002.....	86
TABELA 6.8 - Densidade volumétrica de lâminas foliares do capim Mombaça (kg de MS m^{-3}). Pinhais, 2002.....	87
TABELA 6.9 - Densidade populacional de perfilhos em capim Mombaça (perfilhos.m^{-2}). Pinhais, 2002.....	87
TABELA 6.10 Número total de folhas em perfilhos marcados de capim Mombaça. Pinhais, 2002.....	87

ESTRUTURA DO DOSSEL E O COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHAS LEITEIRAS EM PASTOS DE CAPIM MOMBAÇA

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido para avaliar como as características da ingestão de bovinos e seus padrões de deslocamento e procura por forragem podem ser influenciados pela estrutura do dossel do capim Mombaça (*Panicum maximum*, Jacq.). Os resultados apresentados foram obtidos em experimento conduzido na Fazenda Experimental do Cangüiri, da Universidade Federal do Paraná, durante o período de fevereiro a abril de 2002, quando foram realizados os testes de pastejo, às alturas do dossel de 60, 80, 100, 120 e 140 cm, em piquetes de 540 m², em um delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições. Para condução dos testes de pastejo, foram utilizadas quatro novilhas da raça Holandês Preto e Branco, portando coletores de fezes e urina. Previamente aos testes de pastejo, foram realizadas medições no dossel, visando caracterizá-lo detalhadamente, as quais incluíram altura do dossel, massa de forragem e de lâminas foliares, densidade volumétrica da forragem e das frações colmos mais bainhas e lâminas foliares, densidade populacional de perfilhos, número e comprimento de lâminas foliares. Os testes de pastejo iniciaram pela manhã, após jejum de seis horas, sendo os quatro animais pesados e divididos em duas duplas, ficando a primeira amarrada próximo ao piquete experimental para quantificação das perdas metabólicas. Enquanto isso, a segunda dupla foi avaliada, em uma primeira sessão de pastejo, por quatro pessoas, em testes de quarenta e cinco minutos. Durante os testes foram avaliados diretamente o número de estações alimentares, o número de passos, o número de bocados e o tempo de alimentação. Após a primeira sessão de pastejo, os animais foram novamente pesados e o procedimento experimental foi repetido com as duplas de animais invertidas. Após a segunda sessão de pastejo, os animais foram novamente pesados e liberados nas áreas adicionais. Com esses resultados, calculou-se massa, taxa e tempo por bocado, taxa de ingestão e massa de forragem total consumida, estações alimentares por minuto, passos entre estações alimentares, passos totais e por minuto, taxa de utilização da área, probabilidade de desfolhação, índice de seletividade e intensidade de desfolhação de lâminas foliares. Em relação às características da ingestão de forragem dos animais, verificou-se aumento linear na massa do bocado, com o aumento da altura do dossel, fenômeno que, associado à dificuldade de apreensão das longas e esparsas lâminas foliares, culminaram em aumento no tempo de formação dos bocados. Assim, apesar da elevada massa do bocado apreendida pelos animais, a taxa de ingestão dos mesmos estabilizou-se, nas maiores alturas de dossel avaliadas, reduzindo a eficiência do processo de pastejo. A máxima taxa de ingestão deu-se à altura do dossel de 109,3 cm. Avaliando-se os padrões de deslocamento e procura por forragem pelos animais, verificou-se que, com o incremento na altura do dossel, os animais elegeram menor número de estações alimentares, provavelmente mais distanciadas entre si, condição que lhes permitiu maior eficiência de monitoramento da área. Com o incremento da altura do dossel, os padrões de desfolhação das plantas pelos animais foram alterados, verificando-se redução na probabilidade e na intensidade de desfolhação das lâminas foliares, devido a maior massa de forragem presente e à presença de lâminas foliares longas, esparsas e mais difíceis de serem apreendidas. Apesar da elevada massa de forragem disponível, os animais realizaram um pastejo periférico nas touceiras, causado pelo acesso restrito às folhas mais jovens, de melhor valor nutritivo.

Palavras-chave – altura do dossel, desfolhação, deslocamento, ingestão de forragem, novilhas holandesas, *Panicum maximum*.

SWARD STRUCTURE AND THE INGESTIVE BEHAVIOUR OF DAIRY HEIFERS ON A MOMBAÇA GRASS PASTURE

ABSTRACT

This research was carried out to evaluate how ingestion behaviour characteristics of cattle can be influenced by the structure of a Mombaça grass (*Panicum maximum*, Jacq.) pasture. The results were obtained from grazing tests at the Cangüiri Experimental Station, owned by Federal University of Paraná, from February to April, 2002, conducted on 540 m² paddocks. Four Holstein heifers were used, carrying faeces and urine holders. Previously to the grazing tests, the pasture was characterized: pasture height, forage and leaves dry matter, forage, stem and leaves volumetric density, tillers density, number and length of leaves. The grazing tests started from the morning, after six hours of fasting, when the animals were weighted and divided in two couples. The first couple was tied near the paddock, to quantify insensible losses. The second couple was evaluated, in a first grazing section, by four appraisers, in forty five minutes tests. While the tests were performed, by the use of counters and chonometers, it was directly evaluated number of feeding stations, number of steps, number of bites and feeding time. After the first grazing session, the animals were weighted again and the experimental procedure was repeated with the couples exchanged. After the second grazing section, the animals were weighted for the third time and sent to a sward similar to the experimental area. Later, they were calculated bite mass, time per bite, intake rate, total forage mass consumed, feeding stations per minute, steps between feeding stations, total steps, displacement rate, area utilization rate, defoliation probability, selectivity index and defoliation intensity. In relation to ingestive characteristics of the animals, it was verified a linear increase in bite mass, condition that, besides the prehension difficulty of the long and sparse leaves, led to an increase in time per bite. As a result, in spite of the greater bite mass ingested by the animals, their intake rate stabilized, in the heighest heights, leading to a lower efficiency of forage capture. Intake rate was maximised at pasture height of 109,3 cm. It was observed that a lower number of feeding stations per minute was selected, with a probable longer distance between them, consequence of the greater mass ingested, condition that permitted a better exploration of the area as its whole by the animals. With the increase in pasture height, the defoliation patterns from the animals changed, showing a reduction in defoliation probability and intensity, due to the greater available forage mass and to the longer and sparse leaves in the heighest heights, difficult to be apprehended. In spite of the greater available forage mass, the animals presented a peripheral grazing around the plants caused by the restricted access to the younger leaves, of best nutritive value.

Keys-words – defoliation, displacement, forage intake, Holstein heifers, *Panicum maximum*, pasture height

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Na natureza, durante milhares de anos de convivência, herbívoros e plantas forrageiras sofreram um processo de co-evolução, desenvolvendo múltiplas estratégias de sobrevivência, a ponto de serem mutuamente beneficiados com esse convívio. Assim, no que diz respeito às plantas, mudanças importantes em seus padrões de crescimento e alocação de recursos advêm como resposta à presença dos animais, visando garantir sua sobrevivência e reprodução e, da mesma forma, por parte dos animais, alterações em seus padrões de deslocamento, preferência e ingestão surgem como resposta à espécie, estrutura, composição química e disponibilidade da forragem. Essas relações estão presentes de maneira atávica na memória evolutiva dos animais, manifestando-se após milhares de anos e representando aos mesmos uma ferramenta essencial à sobrevivência da espécie.

Quando os herbívoros passaram a serem domesticados pelo homem, a restrição à movimentação dos mesmos estabeleceu limites à expressão de suas estratégias de forrageamento, de maneira que esses animais passaram a depender das condições oferecidas pelos sistemas oriundos da ação do homem. Nessas condições, não só a sobrevivência mas, também, a expressão do potencial produtivo dos animais passou a ser relacionada à qualidade do ambiente que lhes é oferecido, qualidade que será maior ou menor em função do grau de conhecimento que se tem das relações entre animais e plantas forrageiras.

Dessa maneira, o entendimento aprofundado da dinâmica do consumo diário de forragem é fundamental, em diferentes escalas de observação, pois, seja em sistemas naturais ou em pastagens cultivadas, seja em grandes espaços físicos ou mesmo entre as partes da mesma planta, o animal é deparado com complexas decisões a serem tomadas, sempre visando obter elevada eficiência ingestiva.

A maioria dos estudos relacionados a esses processos tem sido conduzida em condições de clima temperado, existindo, porém, trabalhos recentes com o objetivo de validá-los em condições tropicais. No entanto, é necessário que essas avaliações não ocorram de forma isolada ou estática, uma vez que não reproduzirão a realidade dos

herbívoros em pastejo, considerando-se a diversidade de áreas do conhecimento envolvidas.

Ao contrário do que foi feito no passado, onde a pesquisa visou obter informações de aplicação imediata, tem-se observado, atualmente, uma reformulação dessa filosofia de trabalho no sentido de aprofundar o conhecimento a respeito das bases que regem o relacionamento entre animais e plantas, reduzindo cada vez mais a escala das investigações e, conseqüentemente, das informações. A partir desse nível de detalhamento, além de serem ampliados os horizontes do conhecimento, também surgirão bases sustentáveis para o manejo adequado dos animais.

Os sistemas atuais de produção animal têm, muitas vezes, ignorado essas interações, reduzindo o tempo de acesso dos animais às pastagens, aumentando o fornecimento de alimentos concentrados aos animais e, conseqüentemente, subestimando o potencial das pastagens no fornecimento de nutrientes. Apesar disso, muitas vezes, o que se observa é que os índices técnicos encontrados não são compatíveis com os custos de produção estabelecidos.

Como conseqüência, uma grande parte das propriedades agropecuárias está se tornando inviável economicamente, o que leva à reflexão a respeito da validade das bases estabelecidas para o manejo dos animais. Assim, observa-se tendência crescente de desintensificação dos sistemas de produção, por meio do aumento da participação das pastagens no programa de alimentação dos animais, visando redução de seus custos. Conseqüentemente, o entendimento profundo do processo de pastejo passará a ser condição essencial à eficiência e viabilidade desses sistemas de produção.

Por outro lado, sob o ponto de vista de comercialização, observa-se demanda crescente, por parte das comunidades nacional e internacional, por produtos isentos de aditivos e resíduos de origem animal, além de econômica e ecologicamente produzidos. Portanto, a alternativa pela produção pecuária baseada em sistemas de pastagens representará agregação de valor a esses produtos, além de aumentar a sua competitividade no mercado.

Para competir no mercado de carnes, o Brasil conta com grandes extensões de pastagens, em grande parte compostas por gramíneas tropicais. É clássico, porém, o conceito de que animais explorados em pastagens tropicais têm seu consumo diário e, conseqüentemente desempenho, restringidos pela baixa qualidade das mesmas. Porém, há evidências na literatura de que não apenas a qualidade dessas plantas, mas, também sua estrutura, possa representar limitação ao consumo diário de forragem (Stobbs, 1973; Carvalho *et al.*, 2001) ao influenciar a acessibilidade da mesma aos animais.

No contexto das considerações acima, o presente estudo visou avaliar o comportamento ingestivo de bovinos leiteiros em pastejo em resposta a estruturas variáveis do dossel forrageiro do capim Mombaça. A hipótese do trabalho foi baseada na suposição de que o manejo das espécies forrageiras tropicais, ao permitir elevado acúmulo de massa, caracterizado por uma alta dispersão espacial das folhas, poderia ocasionar uma limitação de consumo, mesmo em condições de alta oferta de forragem, pois o processo de ingestão ficaria limitado pelo aumento decorrente nos tempos de apreensão e manipulação da forragem.

Além desses, outros objetivos foram focados neste estudo, relacionados à avaliação do padrão de desfolhação das plantas pelos animais e ao seu padrão de deslocamento, em resposta à estrutura do dossel forrageiro da pastagem.

Os resultados obtidos são apresentados na forma de capítulos. O Capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, contendo o atual estado da arte sobre o assunto. No Capítulo 3, são descritos o local do experimento, as condições edafoclimáticas da região, os equipamentos utilizados e os procedimentos relativos ao período pré-experimental. Ao longo dos Capítulos 4, 5 e 6 são discutidos os resultados obtidos durante os testes de pastejo, divididos em três diferentes abordagens, segundo as hipóteses científicas específicas. Nos Capítulos 4 e 5, são abordados, respectivamente, aspectos referentes ao comportamento ingestivo e ao padrão de deslocamento dos animais. No Capítulo 6 são apresentados os resultados relacionados ao padrão de desfolhação das plantas pelos animais.

Finalizando o trabalho, são apresentadas, no Capítulo 7, as Considerações Finais pertinentes ao conjunto de resultados observados.

1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, P.C.F.; MARÇAL, G.K.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE, J.K.; OLIVEIRA, J.O R.; NABINGER, C.; MORAES, A. Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. In: XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001a, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001, p.265-268.

STOBBS, T.H. The effects of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, p. 809-819, 1973

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O CAPIM MOMBAÇA

O capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), espécie forrageira tropical, de hábito ereto de crescimento, foi coletado pelo ORSTOM (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération) em Korogwe, Tanzânia (Santos, 1997), sendo lançado comercialmente no Brasil após um longo trabalho de seleção, coordenado pela EMBRAPA (Jank *et al.*, 1994).

É uma planta cespitosa com altura média de 1,65 m, cujas folhas são quebradiças, com largura média de 3,0 cm e sem cerosidade (Santos, 1997). Suas lâminas foliares apresentam poucos pêlos, duros e curtos, principalmente na face superior e seus colmos são levemente arroxeados. Comparado a outros cultivares da mesma espécie, apresenta a maior altura de plantas (Herling *et al.*, 2001).

A maior parte do território brasileiro não apresenta limitações edafoclimáticas ao desenvolvimento adequado do capim Mombaça, à exceção daquelas onde as temperaturas mínimas são inferiores a 15 °C, as quais provocariam diminuição em sua produção de forragem, não impedindo, porém, o seu estabelecimento (Herling *et al.*, 2001).

Espécies forrageiras tropicais, pertencentes ao grupo C4 (Sallisbury e Ross, 1992), apresentam elevado potencial de produção de forragem quando a fertilidade do solo e as condições climáticas são adequadas. Jank *et al.* (1994) observaram para o capim Mombaça, produção de 41 t de massa seca por hectare, sendo que 81,9% desta corresponderam à produção de folhas, comprovando o elevado potencial forrageiro dessa planta. Por outro lado, Dias Filho *et al.* (1995), trabalhando em solos da Amazônia, observaram, para o capim Mombaça, baixo vigor, baixa capacidade de cobertura do solo e alta suscetibilidade a doenças, quando comparado a outros cultivares de *Panicum*.

A composição química de uma espécie forrageira é um dos parâmetros utilizados para avaliar seu valor nutritivo. Segundo Euclides (1995), é baixa a variabilidade em termos de valor nutritivo entre gêneros, espécies e cultivares de plantas forrageiras, quando comparados sob as mesmas condições de produção. Dados relatados pelo CNPQC da EMBRAPA apresentaram valores de 13,4% de proteína bruta para as folhas do capim Mombaça e 9,7% para os colmos (Herling *et al.*, 2001).

Martinichen (2002), trabalhando com duas alturas de dossel em capim Mombaça, confirmou o elevado potencial dessa espécie forrageira para produção leiteira, de maneira que a pastagem, ao ser manejada a 90 cm e 130 cm de altura, permitiu produções leiteiras médias de 12 kg e 15 kg de leite por animal por dia, respectivamente.

Quanto às características estruturais do capim Mombaça, Santos (1997), avaliando ciclos de pastejo ao longo das estações do ano, constatou um valor médio de 4 a 6 folhas vivas por perfilho. Estudando a população de perfilhos, Santos (1997) e Uebele (2002) não observaram efeito da intensidade e frequência de desfolhação sobre a população de perfilhos, da mesma forma que Martinichen (2002), trabalhando com essa planta forrageira em duas alturas de dossel no momento do pastejo.

Segundo Martinichen (2002), poucos são os dados disponíveis na literatura que descrevam adequadamente as características estruturais do capim Mombaça, em termos de sua distribuição espacial de perfilhos, considerando-se que a mesma seja o resultado do manejo empregado, relacionado à frequência e intensidade de utilização.

Dados relacionados ao comportamento ingestivo dos animais em pastagens tropicais, como o capim Mombaça também são escassos na literatura, quando comparados àqueles desenvolvidos em condições de clima temperado. Atualmente, no Brasil, trabalhos desenvolvidos com pastagens tropicais têm buscado elucidar os diferentes aspectos que envolvem as estratégias dos animais quando em pastejo dessas espécies forrageiras (Carvalho *et al.*, 2001a; Manzano *et al.*, 2001 e Damasceno, 2003).

2.2 O PROCESSO DE PASTEJO

O pastejo é um processo de elevada complexidade, uma vez que envolve, simultaneamente, características do herbívoro e do alimento presente em seu ambiente (Prache *et al.*, 1998), cujas interações refletirão na capacidade de aquisição de nutrientes por parte do animal e sobre o impacto que tal processo incorrerá sobre a vegetação. Nesse sentido, habilidades cognitivas dos animais, relacionadas à percepção, discriminação, aprendizado e memória são importantes na adaptação ao seu ambiente alimentar (Roguet *et al.*, 1998).

Para isso, os animais utilizam seus sentidos, cabeça e membros para localizar bocados potenciais e seu aparato bucal para levar a forragem à boca, prendê-la entre os dentes, cortá-la com um movimento da cabeça, mastigá-la formando o bolo alimentar e, então, degluti-la (Cosgrove, 1997). Tal processo inclui atividades relacionadas à procura e

manipulação da forragem a ser ingerida, as quais são muito importantes à medida que o animal em pastejo apresenta uma determinada demanda nutricional a ser atendida, associada à limitação de tempo em atendê-la (Carvalho *et al.*, 1999).

Analisando o processo de pastejo em escalas superiores, o animal seleciona áreas de utilização em função da disponibilidade de água, sombra, declividade e áreas de maior acúmulo de forragem (Hodgson, 1982). Porém, a escolha de um determinado bocado envolve um conjunto muito mais complexo de variáveis, as quais estão relacionadas tanto a fatores abióticos, quanto ao animal e à planta forrageira (Carvalho *et al.*, 1999). A esse conjunto de variáveis envolvidas nos processos de decisão do animal em pastejo dá-se o nome de estratégias de forrageamento (Gordon e Lascano, 1993), utilizadas em maior ou menor grau em função da heterogeneidade do ambiente.

Assim, lançando mão dessas estratégias, os animais conseguem manter, até certo ponto, seu nível de ingestão, em disponibilidades variáveis de alimento, a partir de ajustes em seu comportamento ingestivo (Demment e Greenwood, 1988).

2.3 O CONSUMO DE FORRAGEM

O consumo diário de forragem pode ter para os animais diferentes conotações quando se considera a escala de tempo envolvida nesse processo. Em princípio, o principal objetivo dos animais é a manutenção do consumo de alimento em quantidades adequadas para garantir sua sobrevivência (Provenza e Launchbaugh, 1999) até que sejam capazes de se reproduzir de maneira eficiente, garantindo a sobrevivência da espécie (Prache *et al.*, 1998). Essa dinâmica é a força principal que impulsiona todos os animais na natureza (Arnold, 1987) e, segundo um enfoque ecológico, é denominada *fitness*.

Conforme Galli *et al.* (1996), as teorias convencionais sobre a regulação do consumo pelos animais baseiam-se em controles metabólicos e físicos do apetite, os quais, contudo, não levam em conta a influência das características não nutricionais da vegetação sobre o consumo diário, em condições de pastejo. Dessa forma, a proposição de que a partir de valores de digestibilidade entre 65% e 70%, o consumo diário estabiliza-se devido ao controle metabólico do consumo (Conrad *et al.*, 1964) pode não ser confirmada em condições de pastejo (Galli *et al.*, 1996), quando são observados modelos lineares de resposta, em termos de consumo, para valores de digestibilidade superiores àqueles sugeridos acima.

Os principais fatores que afetam o consumo de animais em pastejo são o valor nutritivo e a disponibilidade de forragem (Hodgson, 1982), a arquitetura do dossel (Prache e Peyraud, 2001), a homeostase térmica e hídrica dos animais (Laca e Demment, 1996), além do potencial genético e da demanda nutricional dos animais, determinada pelo peso metabólico e status fisiológico dos animais (Cangiano *et al.*, 2002).

Tomando-se em consideração a disponibilidade de forragem, a mesma pode alterar significativamente o consumo diário à medida que os animais utilizam sua habilidade seletiva quando em pastejo, obtendo do ambiente uma dieta superior em qualidade, quando comparados a animais confinados (Coleman, 1992). Essa capacidade apresenta importância indubitável na determinação da resposta animal em condições de pastejo.

A qualidade da forragem, apesar de ser altamente relacionada ao desempenho dos animais, responde por um máximo de 60 % da variação em consumo de alimentos (Van Vuuren, 1994), de maneira que as avaliações relacionadas ao consumo de forragem devam abranger também características estruturais da pastagem, pois, conforme Hodgson (1990), condições inadequadas em termos de altura e densidade das plantas não podem ser compensadas por valores elevados de digestibilidade.

De maneira geral, qualidade e produção de forragem variam inversamente (Roguet *et al.*, 1998), de forma que o animal tem que estabelecer um compromisso entre a taxa de consumo em curto prazo, ou seja, a ingestão de elevadas quantidades de forragem e a taxa de processamento do alimento, em longo prazo, otimizada quando a qualidade do alimento é alta.

A avaliação do consumo de forragem pelo animal em pastejo apresenta sérias limitações relacionadas à precisão das determinações, custos e viabilidade operacional. A utilização de micro pastagens, construídas para permitir a simulação de diferentes estruturas de dossel forrageiro, tem permitido, nesse sentido, maior controle das mesmas e maior detalhamento das investigações em relação aos fatores que influenciam as dimensões do bocado e, conseqüentemente, o consumo de forragem.

É importante observar que a avaliação do consumo deve prever a escala de tempo em questão, uma vez que os princípios que o regulam são diferentes quando considerados em curto ou longo prazo. Desse modo, os processos ingestivos e o tempo alocado em pastejo são fatores determinantes do consumo em curto prazo e, em longo prazo, o atendimento das exigências nutricionais dos animais para manutenção e produção, passa a ser prioritário (Ungar, 1996). Mesmo em um período de vinte e quatro horas, o tempo é uma variável central à medida que, nesse curto intervalo de tempo, ocorre competição entre os processos de procura por forragem, mastigação e ruminação (Carvalho *et al.*, 2001b).

2.3.1 O consumo de forragem em espécies forrageiras tropicais

O baixo consumo de forragem tem sido apontado como uma das principais limitações ao desempenho animal em regiões tropicais, o que é atribuído à baixa qualidade das espécies forrageiras de clima tropical, quando comparadas às espécies de clima temperado. Como possível explicação para esse fenômeno pode ser considerado o elevado tempo de retenção da forragem no rúmen (Norton, 1982), resultado da alta resistência oferecida à quebra mecânica e degradação microbiana pela anatomia foliar especializada das gramíneas tropicais, denominada Anatomia Kranz (Sallisbury e Ross, 1992), reduzindo o consumo diário de forragem. Além disso, as altas temperaturas observadas nas regiões tropicais podem intensificar a biossíntese da lignina, com conseqüente efeito negativo sobre a digestibilidade da massa seca (Wilson, 1982).

O baixo teor de nitrogênio da maioria das espécies forrageiras de clima tropical, característica inerente à fisiologia dessas plantas, mas, também conseqüência do manejo a elas imposto, representa restrição ao consumo diário uma vez que tal condição pode limitar a população microbiana no rúmen.

Além dessas razões, Stobbs (1973 a,b) verificou que, características estruturais do dossel forrageiro podem também restringir o consumo de forragem, a partir da menor massa do bocado, conseqüência da baixa densidade volumétrica da pastagem, nos estratos superiores do relvado, estrutura típica das espécies forrageiras de clima tropical.

2.3.2 O consumo de forragem e a estrutura do dossel

A estrutura vertical do dossel refere-se à morfologia e arquitetura do mesmo, com relação ao arranjo espacial de folhas e colmos, densidade total de folhas verdes e em diferentes estratos de seu perfil (Cangiano *et al.*, 2002), relação material vivo/morto, relação folha/colmo, altura e massa de forragem (Hodgson, 1982), entre outros.

Também no plano horizontal e mesmo em pastagens monoespecíficas ou em associações simples entre gramíneas e leguminosas, observa-se variabilidade espacial quanto ao tipo de espécie forrageira presente, seu valor nutritivo e altura do dossel (Milne, 1991), caracterizando uma determinada estrutura do pasto nesse plano.

O conhecimento das características estruturais da pastagem é primordial para o entendimento das relações existentes entre as plantas forrageiras e os animais, justificando-

se pelo fato de que, em condições de pastejo, os animais reconhecem-nas e, dentro da variabilidade disponível, efetuam suas escolhas alimentares.

Sob o ponto de vista morfogênico, a estrutura de um dossel forrageiro é o resultado da dinâmica de crescimento de suas partes no espaço (Carvalho *et al.*, 2001 b), relacionado às suas características genéticas (Nabinger e Pontes, 2001). Uma vez moduladas pelo ambiente e pelo manejo, elas condicionam as características estruturais do dossel, destacando-se o comprimento final das folhas, a densidade populacional de perfilhos e o número de folhas vivas por perfilho (Lemaire e Chapman, 1996) que, em última análise, determinam o índice de área foliar da pastagem (Sbrissia e da Silva, 2001).

Essas características podem influenciar a facilidade de apreensão da forragem pelos animais (Stobbs, 1973a,b; Nabinger e Pontes, 2001) pois, tanto a insuficiência como a inacessibilidade da forragem podem restringir o consumo em estádios iniciais ou posteriores do crescimento da pastagem, respectivamente.

A altura do pasto, definida como a altura média das lâminas foliares (Hodgson, 1990), apresenta-se como um dos principais fatores que influenciam as características estruturais do dossel, alterando também a quantidade de forragem disponível (Penning *et al.*, 1991) e a acessibilidade da forragem aos animais. A alta correlação entre a altura da pastagem e a quantidade de alimento disponível permitiu o estabelecimento de técnicas de manejo do pastejo usando a altura como referência, dada a sua facilidade de compreensão, análise e aplicação (Castro, 2002).

Assim, a estrutura e a composição botânica e morfológica do dossel podem exercer efeitos diretos sobre o consumo de forragem dos animais em pastejo, efeitos esses que diferem daqueles referentes à composição química e à concentração de nutrientes da forragem (Hodgson, 1990).

2.3.3 O bocado – a menor escala de avaliação do consumo animal

O bocado consiste em uma série de movimentos mandibulares, da língua e do pescoço, que culminam na apreensão da forragem, consistindo a unidade fundamental do consumo (Ungar, 1996) e, portanto, a menor escala de decisão por parte do animal em pastejo (Carvalho *et al.*, 1999).

Allden e Whittaker (1970) propuseram uma abordagem mecanicista do processo de ingestão de forragem em pastejo, proposição esta que foi ampliada posteriormente por diversos autores (vide Carvalho *et al.*, 1999) e é apresentada na Figura 2.1. Ressalta-se,

porém, que tal modelo está baseado na estabilidade espaço-temporal da massa e da taxa de bocados (Prache e Peyraud, 2001), podendo não ser válido no caso de pastagens heterogêneas.

FIGURA 2.1 – Representação esquemática do consumo diário de forragem

C)

A partir dessa representação, pode-se investigar a influência isolada de cada um dos componentes envolvidos na determinação das dimensões do bocado que refletem, por fim, no consumo diário de forragem.

2.3.3.1 A estrutura do dossel e suas relações com a massa do bocado

Para iniciar a análise dos principais componentes estruturais do dossel forrageiro que podem ter influência sobre as dimensões do bocado, considere-se, inicialmente, sua altura, fator que apresenta influência marcante sobre a ingestão de forragem, a partir de seus efeitos sobre a profundidade do bocado em ovinos, bovinos e eqüinos (Gordon e Lascano, 1993; Cosgrove, 1997; Dittrich, 2001). Para os animais, altura é sinônimo de biomassa disponível (Carvalho *et al.*, 2001b), significando oportunidade de alta ingestão, à medida que as maiores alturas potencializam a profundidade do bocado, variável determinante da massa do bocado e, conseqüentemente, do consumo de forragem (Carvalho, 1997). Os efeitos da altura do dossel parecem ser, contudo, conflitantes sobre o comportamento ingestivo dos animais e sobre o consumo de forragem (Hodgson, 1990; Prache e Peyraud, 2001) uma vez que, com o aumento da altura das plantas, em função de seu crescimento, ocorre diminuição da digestibilidade da forragem devido à maturidade de seus tecidos.

A altura do dossel tem reflexo importante sobre a acessibilidade da forragem aos animais uma vez que pastagens muito baixas podem restringir o consumo pela dificuldade de apreensão, principalmente para bovinos, que utilizam a língua para apreender a forragem e, por outro lado, pastagens muito altas podem restringir o consumo pelo tempo demasiadamente elevado para realizar a apreensão (Carvalho *et al.*, 2001a). A essa relação positiva existente entre altura/biomassa disponível e massa do bocado/consumo denominou-se resposta funcional (Hodgson, 1990).

Observando-se as interações existentes entre a altura do dossel, chegou-se à constatação de que a proporção da forragem removida pelos animais em relação à altura do

dossel disponível é constante e corresponde em cerca de 50% (Carvalho *et al.*, 1999). Esse fenômeno recebeu o nome de “conceito da proporcionalidade constante de remoção da forragem” (Hodgson *et al.*, 1994) e tem sido demonstrado em diferentes pastagens de clima temperado (Castro, 2002). Porém, permanecem ainda questões a respeito de suas razões (Illius *et al.*, 1995; Hodgson *et al.*, 1997; Flores *et al.*, 1993) e consistência (Griffiths *et al.*, 2003).

Além da altura, também a densidade volumétrica da forragem pode influenciar as dimensões do bocado, principalmente no tocante às espécies forrageiras de clima tropical, cuja menor densidade de lâminas foliares e reduzida relação folha/colmo nos estratos superiores do dossel podem restringir o consumo diário de forragem (Stobbs, 1973 a, b).

A maioria dos trabalhos enfocando as relações entre as dimensões do bocado e a estrutura do dossel foi gerada em condições de clima temperado, sendo raras as observações em condições tropicais (Carvalho, 1997), exceção feita aos trabalhos desenvolvidos por Stobbs (1973 a,b). Nesses, sugeriu-se que para as espécies forrageiras de clima tropical a densidade volumétrica e a relação folha/colmo têm importância maior do que para espécies de clima temperado na determinação do comportamento ingestivo. Chacon e Stobbs (1976), trabalhando com *Setaria anceps* cv. Kazungula, confirmaram essa hipótese ao observarem que a massa do bocado mostrou-se significativamente relacionada à disponibilidade de lâminas foliares, à relação folha/colmo e à densidade volumétrica da pastagem, resultados corroborados pelos trabalhos de Galli *et al.* (1996) e Comeron (1997).

Determinar a importância de uma característica particular do dossel sobre o comportamento ingestivo dos animais em pastejo apresenta elevado grau de dificuldade, uma vez que muitas dessas características variam conjuntamente com o desenvolvimento da pastagem (Hodgson, 1990) como, por exemplo, altura e densidade do dossel, características inversamente correlacionadas mas que atuam independente e aditivamente (Milne, 1991) sobre a massa do bocado, à medida que em ocorre o crescimento da pastagem.

2.4 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DO DOSSEL FORRAGEIRO

A partir dessas considerações, torna-se de grande importância caracterizar detalhadamente a estrutura do dossel para que seja possível melhor estudar e comparar os seus efeitos sobre o comportamento ingestivo dos animais o que, segundo Carvalho *et al.*

(1999), não tem sido feito adequadamente, prejudicando o entendimento das particularidades do processo de pastejo.

Dentro de alguns limites, a profundidade do estrato de lâminas foliares (Flores *et al.*, 1993; Hodgson *et al.*, 1994) ou a relação folha/colmo e relação material vivo/morto (Coleman, 1992) podem ser melhores parâmetros descritivos das condições do dossel do que sua altura, quando considerados os prováveis efeitos sobre a profundidade do bocado.

Concordando com esses autores, Laca e Demment (1991) e Galli *et al.* (1996) consideraram que o conceito de massa de forragem não é suficiente para descrever a disponibilidade de vegetação ao animal em pastejo, sugerindo caracterizar a pastagem em estudo com relação aos aspectos estruturais de seu dossel, o que poderá ser conduzido a partir da descrição de seus consecutivos estratos (Galli *et al.*, 1999) ou de horizontes sucessivos, proporcionais a 50% da altura do pasto (Cangiano *et al.*, 2002).

Também a distribuição horizontal de diferentes espécies forrageiras em uma pastagem heterogênea deve ser considerada como parte da estrutura do dossel, influenciando todo o processo de procura e seleção de forragem (Milne, 1991) e, conseqüentemente, o consumo de massa seca, principalmente em escalas superiores de observação (Carvalho *et al.*, 2001b). A estrutura horizontal do dossel é criada pelo próprio animal, que dá preferência maior a certos locais da pastagem que outros (Stuth, 1991), formando um tipo de estrutura semelhante a um mosaico, a qual é acentuada ainda mais por efeitos relacionados à fertilidade e disponibilidade de água do solo (Carvalho *et al.*, 2001 b).

A estrutura do dossel pode ainda ser alterada pelo manejo imposto, apresentando as plantas diferentes formas de crescimento, em resposta a regimes variados de utilização. A essa capacidade adaptativa dá-se o nome de plasticidade fenotípica (Sbrissia e da Silva, 2001).

2.5 ESTRATÉGIAS ALIMENTARES DOS ANIMAIS EM RESPOSTA À ESTRUTURA DO DOSSEL FORRAGEIRO

Uma vez avaliadas as características estruturais do dossel e seus efeitos sobre as dimensões do bocado, torna-se importante estudar de que maneira o animal reage estrategicamente às diferentes condições oferecidas, iniciando a avaliação pela menor escala de decisão por parte do animal, ou seja, pela escolha de um bocado em uma dada estação alimentar.

Tendo como ponto de partida a estação alimentar, esta é definida como o semicírculo hipotético disponível em frente ao animal que ele alcança sem que seja necessário mover as patas dianteiras (Ruyle e Dwyer, 1985), representando, portanto, a área mínima onde os bocados serão efetuados. À agregação de estações alimentares denomina-se *patch*, o qual é separado de outros *patches* por uma parada na seqüência de pastejo quando o animal orienta-se para um novo local (Carvalho, 1997).

Conforme Roguet *et al.* (1998), um sítio de pastejo pode ser tão pequeno como uma estação alimentar ou compreender várias estações alimentares de maneira que, o animal utiliza muitas estações alimentares próximas entre si, antes de iniciar deslocamentos maiores em busca de um novo sítio de pastejo.

Partindo-se da escala de avaliação baseada na estação alimentar, o comportamento dos animais em pastejo pode ser resumido em: tempo de procura e de movimentação entre estações alimentares, taxa de bocados na estação alimentar e tempo de permanência nas estações alimentares (Stuth, 1991) sendo que a questão fundamental, nessa escala de observação corresponde ao entendimento das possíveis regras que regulam a utilização e o abandono de uma dada estação alimentar (Carvalho, 1997). Uma vez que os animais estejam posicionados em uma dada estação alimentar, as atividades por eles desenvolvidas consistem da escolha das espécies forrageiras ali presentes e entre as partes da mesma, manipulação do material selecionado utilizando seus lábios e a língua e, por fim, apreensão e ruptura das porções selecionadas (Coleman, 1992).

É importante considerar, nesse momento, que as estratégias alimentares dos animais, utilizadas em escala reduzida e/ou em curto prazo, podem não ser passíveis de extrapolação, quando se considera o comportamento ingestivo dos animais em longo prazo, onde a complexidade dos fatores envolvidos é maior (Prache *et al.*, 1998).

2.5.1 Estratégias dos animais relacionadas à procura por forragem

O processo de procura por forragem envolve mover a cabeça para localizar novos bocados potenciais dentro de uma estação alimentar ou andar para localizar uma nova estação alimentar (Cosgrove, 1997). Tal processo determinará a taxa de encontro do animal com o alimento e, portanto, influenciará a percepção do animal quanto à qualidade e disponibilidade do alimento no ambiente como um todo (Spalinger *et al.*, 1988; Ungar, 1996), fornecendo-lhe subsídios quanto ao número e a qualidade dos bocados potenciais ali presentes (Carvalho *et al.*, 2000). Dessa forma, a seleção de um determinado sítio de

pastejo baseia-se na escolha de locais e plantas que possam significar elevada taxa de ingestão de nutrientes com um mínimo de dispêndio energético (Milne, 1991).

As estratégias do animal, desenvolvidas com o objetivo de melhor monitorar os recursos disponíveis, consistem em uma avaliação do ambiente, estabelecendo referências qualitativas e quantitativas do mesmo, por meio da visão e de constantes amostragens do ambiente ao seu redor (Milne, 1991). Assim, ao definir uma dada estação alimentar, ele ali permanece até que o consumo de nutrientes diminua abaixo de uma média pré-estabelecida para o ambiente como um todo. A partir daí, ele passa a deslocar-se em busca de novos locais que lhe garantam um melhor consumo de nutrientes (Charnov, 1976). Sendo assim, o tempo de permanência dos animais nas estações alimentares torna-se função da riqueza em nutrientes das mesmas, da frequência de distribuição de sítios de sub e super utilização (Quadros *et al.*, 2003) e da distância até a próxima estação alimentar ou *patch* (O'Reagain e Schwartz, 1995), observando-se que essas premissas baseiam-se no completo conhecimento a respeito do ambiente por parte do animal e na ausência total de riscos de predação (Roguet *et al.*, 1998).

Concordando com essa idéia, O'Reagain e Schwartz (1978) consideraram que, devido à complexidade espaço-temporal das pastagens, o animal identifica e localiza os *patches* de maior disponibilidade e qualidade por meio de três mecanismos: 1) monitoramento constante do ambiente, a partir de amostragens, 2) utilização de memória espacial de longo prazo, o que os permite recordar tanto a localização como a qualidade do alimento presente no ambiente (Bailey *et al.*, 1996) e 3) transferência de informações entre indivíduos sobre a localização do alimento.

Dessa forma, quando ocorre redução na quantidade de forragem disponível em uma determinada estação alimentar ou *patch* ou quando percebe a existência de outros locais com melhores oportunidades de ingestão, o animal é motivado a deslocar-se (Baumont *et al.*, 1998; Prache e Peyraud, 2001), decisão essa que envolve um balanço efetuado pelo animal, a respeito dos custos energéticos envolvidos nesse deslocamento (Illius e Gordon, 1999; Rook, 2000), visando sempre maximizar sua ingestão de forragem. Ovelhas, em condições de reduzida disponibilidade de forragem, caminham menos entre estações alimentares sucessivas, aumentando o número de estações alimentares visitadas (Prache e Roguet, 1996) e, conseqüentemente, a área explorada em busca de forragem.

Em situações onde os custos energéticos relacionados à procura por forragem são desprezíveis, os animais preferem *patches* onde possam expressar suas preferências (Baumont *et al.*, 1998), resultando em elevada taxa de ingestão de forragem (Prache e Peyraud, 2001). Dentro de um mesmo *patch*, os ganhos obtidos em se utilizar uma ou outra

estação alimentar são muito próximos e difíceis de serem distinguidos pelos animais (Roguet *et al.*, 1998) mas fáceis de serem corrigidos, no caso de uma má escolha entre eles. Por outro lado, há situações onde as estratégias dos animais são moduladas pelos custos energéticos envolvidos na procura por alimento (Baumont *et al.*, 1998), podendo os animais, nessas condições, optarem por sítios de pastejo não preferidos porém, mais acessíveis. Durante as atividades relacionadas à procura por forragem, também a velocidade e a direção do deslocamento dos animais pode ser alterada para aumentar as chances de encontro com *patches* preferidos (Prache *et al.*, 1998), utilizando as rotas mais eficientes (Roguet *et al.*, 1998).

Trabalhos que visam o entendimento do processo de procura por forragem têm se restringido às pastagens nativas, com maior nível de heterogeneidade, uma vez que, em pastagens cultivadas, o animal pode, em condições de adequada pressão de pastejo, ter acesso rápido a novos locais que lhe permitam garantir um bom consumo de forragem, sem obrigá-lo a um maior deslocamento. Conforme Carvalho *et al.* (2001 b), o tempo de procura em pastagens cultivadas é considerado nulo por muitos modelos, uma vez que o animal é capaz de mastigar o alimento ingerido enquanto procura o próximo bocado, em sítios de pastejo preferidos, principalmente em condições de abundância de forragem (Roguet *et al.*, 1998).

É importante ressaltar que, apesar do que prevêem os modelos de otimização do consumo, muitas vezes as escolhas alimentares dos animais podem não corresponder à expectativa teórica, devido a preferências individuais, dificuldade de monitoramento total do ambiente pelo animal ou opção pela segurança de estar próximo ao grupo (Roguet *et al.*, 1998).

2.5.2 Estratégias dos animais relacionadas à manipulação da forragem

A manipulação da forragem consumida pode ser influenciada por mecanismos inerentes ao animal e também à forragem disponível. Cosgrove (1997) considerou que, em pastagens homogêneas, o tempo de manipulação do bocado pode limitar o consumo de forragem porém, em pastagens mais heterogêneas e menos densas, o tempo de procura parece ser o processo mais limitante, levando o animal a aumentar as distâncias percorridas em busca de alimento (Stuth, 1991), destinando mais tempo a essa atividade.

Os movimentos da mandíbula são divididos em movimentos de manipulação relacionados à apreensão de forragem, executados pela cabeça e lábios no caso de ovinos

e língua para os bovinos (Carvalho, 1997), usados para agrupar a forragem antes de apreendê-la, cortando o bocado para, em seguida, efetuar os movimentos relacionados à mastigação da forragem, antes de degluti-la (Cosgrove, 1997). Essa divisão é basicamente comportamental, determinada pelas características físico-químicas da forragem e de características morfológicas como a relação folha/colmo e fibrosidade (Prache e Peyraud, 2001).

O status nutricional dos animais também pode interferir em seu padrão de manipulação do alimento, uma vez que animais subalimentados podem reduzir o número de movimentos mandibulares de mastigação, aumentando o número de movimentos de apreensão (Demment e Greenwood, 1988), o que pode resultar em um tempo maior de ruminação devido ao maior tamanho das partículas que chegam ao rúmen.

Em condições de baixa oferta de forragem, o animal tende a aumentar o tempo de pastejo e a frequência de bocados de apreensão (Chacon e Stobbs, 1976; Arnold, 1987; Hodgson, 1990; Gordon e Lascano, 1993), visando aumentar sua taxa de ingestão. Porém, apesar dessas mudanças de comportamento em pastejo, o animal pode não conseguir compensar a menor massa ingerida em cada bocado, por meio do aumento no número de bocados pois o mesmo fica limitado pela frequência com a qual o animal pode abrir e fechar a boca (Rook, 2000), ou seja, há limitação à taxa de bocados devido à morfologia da mandíbula do animal, de forma que cada animal tem uma velocidade máxima com que pode mover suas mandíbulas (Galli *et al.*, 1996). Abaixo desse limite máximo, a taxa de bocados é determinada pela interação entre os processos de apreensão e mastigação, que é função da massa ingerida em cada bocado. Portanto, as variações observadas na taxa ou número de bocados podem ser consideradas como resposta a condições variáveis da estrutura do dossel, resultante da maneira com que os animais alocam seus movimentos mandibulares entre apreensão e mastigação (Cosgrove, 1997; Hodgson *et al.*, 1994).

Os movimentos mandibulares relacionados à apreensão e mastigação (Ungar, 1996), são, para os ovinos, mutuamente exclusivos, enquanto que para bovinos, um simples movimento da arcada pode simultaneamente apreender a forragem e mastigar outra porção apreendida anteriormente (Galli *et al.*, 1996; Cosgrove, 1997). A distinção entre os diferentes movimentos de apreensão e mastigação demonstrou que o número total desses movimentos permanece quase inalterado para animais em pastejo (Carvalho *et al.*, 1999).

Dessa forma, o animal deve fazer um balanço entre o tempo alocado para mastigação, o qual aumenta a taxa de digestão e de passagem do alimento pelo rúmen e o tempo gasto para efetuar um novo bocado de forma a manter sua taxa de consumo (Laca e Demment, 1991; Illius e Gordon, 1999; Prache e Peyraud, 2001). Tal balanço é dado pela massa de

alimento ingerida em cada bocado, já que bocados maiores requerem maior processamento, enquanto que o menor tempo de processamento de bocados menores permite uma maior taxa de bocados de apreensão (Penning, 1986).

No entanto, mesmo utilizando diferentes estratégias alimentares, o animal pode estar limitado quanto à ingestão de alimentos, mesmo em condições de elevada oferta de forragem, como bem postularam Carvalho *et al.* (2001 b). Segundo esses autores, aumentos ínfimos no tempo de formação do bocado podem, dado o elevado número de bocados efetuados ao longo do dia, acarretar em um tempo de pastejo excessivamente alto, ineficaz, uma vez que os animais apresentam outras atividades igualmente essenciais, as quais podem ter seu tempo limitadamente reduzido.

Portanto, a premissa de que as taxas de bocados e de ingestão estão diretamente relacionadas ao tempo de formação dos bocados, proposta por Galli *et al.* (1996) e Peyraud *et al.* (1995), foi confirmada por Carvalho *et al.* (2001 a), que observaram redução na taxa de consumo de ovinos devido ao maior tempo requerido à formação do bocado, ocasionado pela disposição esparsa das folhas nos estratos mais elevados de uma pastagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.), espécie tropical de porte elevado. Esses resultados contrariaram a hipótese de que, como proposto para espécies de clima temperado, o tempo de formação dos bocados seja constante (Laca e Demment, 1991), ao longo de condições variáveis de estrutura do dossel.

Assim, a estrutura do dossel forrageiro pode limitar fisicamente a ingestão diária de nutrientes, quer seja pela altura reduzida do dossel, que pode limitar a apreensão da forragem disponível, quer seja pelo aumento no tempo de apreensão dos bocados, em situações de alta oferta, ambas as situações podendo levar a aumentos excessivos do tempo de pastejo.

2.5.3 Estratégias dos animais relacionadas ao tempo destinado ao pastejo

O tempo que um animal despende em alimentação, dividido em cerca de 6 a 8 refeições diárias (Baumont *et al.*, 1998) e alocadas durante o dia e a noite (Hodgson *et al.*, 1994), depende do tipo e da disponibilidade de alimento (Hodgson, 1990), do comportamento ingestivo característico da espécie animal e do nível de demanda nutricional do indivíduo (Arnold, 1987), podendo, ainda, ser modificado pelo mesmo em diferentes situações visando otimizar a ingestão de forragem.

A regulação do tempo que o animal destina ao pastejo é baseada no balanço energético feito pelo próprio animal por meio de diferentes decisões relacionadas à escolha do melhor tipo de alimento, à seleção de locais que apresentam esse alimento, à redução do tempo em locais diferentes e, por fim, à otimização do padrão e velocidade de deslocamento entre esses locais (Arnold, 1987). Além disso, o animal poderá reduzir o tempo destinado ao pastejo quando considerar ineficiente prosseguir (Chacon e Stobbs, 1976; Illius e Gordon, 1999; Rook, 2000; Silbermann *et al.*, 2003), sendo que esse balanço poderá resultar em tempos de pastejo variáveis para animais de diferentes fases fisiológicas e, conseqüentemente, de diferentes demandas nutricionais.

Dessa forma, em diferentes condições, os resultados encontrados na literatura são conflitantes no que se refere ao tempo destinado ao pastejo pelos animais. Manzano *et al.* (2001), trabalhando em condições de reduzida oferta de lâminas foliares de capim Tanzânia, observaram redução no tempo de pastejo de bovinos da raça Nelore, com os animais destinando mais tempo ao deslocamento do que à apreensão de forragem. Da mesma forma, Carvalho *et al.* (2001 c), avaliando alturas de dossel em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum*, Lam.), verificaram redução no tempo de pastejo e aumento no tempo de ruminação com o aumento na altura do dossel, sendo que o tempo de descanso permaneceu constante, para a amplitude de alturas avaliadas. Montagner *et al.* (2003), no entanto, não verificaram efeitos da altura do dossel em milheto (*Pennisetum americanum*, (L.) Leeke) sobre o tempo de pastejo de novilhos de corte e Penning e Hooper (1985), avaliando o efeito da altura de pastejo, observaram redução no consumo diário e aumento no tempo de pastejo, quando a altura do dossel de azevém diminuiu de 12 para 3 cm.

O animal não é, portanto, um agente passivo no processo de pastejo pois, ao utilizar diferentes estratégias alimentares, interfere no consumo diário de forragem, em resposta às condições oferecidas. No entanto, no tocante ao tempo de pastejo, a flexibilidade do animal em aumentá-lo cessa à medida que o mesmo executa, ao longo do dia, outras atividades como ruminação, descanso e atividades sociais (Chacon e Stobbs, 1976; Roguet *et al.*, 1998; Carvalho *et al.*, 2001b), além da redução na ingestão relacionada às medidas de precaução contra predação (Prache *et al.*, 1998), as quais também são prioritárias ao animal. Além disso, a ocorrência de fadiga muscular da mandíbula e o custo energético envolvido na procura por alimento (Prache e Peyraud, 2001) podem também explicar possíveis limitações ao tempo de pastejo.

Segundo Carvalho *et al.* (2001 b), dificilmente bovinos e ovinos ultrapassam um teto de 720 minutos diários em pastejo e períodos acima de oito a nove horas podem significar disponibilidade limitante de forragem (Hodgson, 1990). Longos períodos de pastejo,

indicando provável dificuldade de atendimento das exigências nutricionais diárias, podem ser observados em vacas pastejando espécies de clima tropical, mesmo quando grandes quantidades de alimento estão disponíveis (Stobbs, 1973 a).

No caso de pastagens nativas, que apresentam grau elevado de heterogeneidade, os mecanismos acima postulados parecem não operar com o mesmo impacto na determinação do tempo alocado em pastejo pelos animais, como ocorre com pastagens cultivadas. Pinto *et al.* (2003), trabalhando com diferentes ofertas de forragem em pastagem nativa, não verificaram variação correspondente quanto ao tempo de pastejo. Os autores consideraram que em pastagens heterogêneas a oferta de forragem não é suficiente para explicar o tempo de pastejo dos animais, e que outros fatores, de natureza biótica e abiótica, podem afetar as estratégias alimentares dos animais.

Por fim, Galli *et al.* (1996) consideraram o tempo de pastejo um fator muito variável, não estando ainda muito claros os mecanismos que determinam sua duração, periodicidade e relação com outras atividades, pois outros fatores, relacionados às experiências alimentares anteriores dos animais, interações sociais dentro do grupo e características individuais também devem ser levados em consideração quando se estuda o comportamento ingestivo de animais em pastejo (Prache *et al.*, 1998; Roguet *et al.*, 1998).

É importante ressaltar que os dados obtidos em termos de consumo instantâneo são muito importantes para o entendimento das estratégias dos animais relacionadas à ingestão de alimentos, mas devem ser validados por estudos que visem avaliar o consumo total ao longo do dia, verificando, dessa forma, estratégias dos animais de médio e longo prazo estabelecidas para compensar possíveis limitações impostas pelas condições alimentares oferecidas por um dado ambiente.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLDEN, W.G.; WHITAKER, McD. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.21, p. 755-766, 1970.

ARNOLD, G.W. Grazing behaviour. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed Grassland Analytical Studies**, 1987, p. 129-135.

BAILEY, D.W., GROSS, J.E., LACA, E. A , RITTENHOUSE, L.R. COUGHENOUR, M.B; SWIFT, D.M., SIMS, P.L. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range Management**, v.49, p. 386-400, 1996.

BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORAND-FEHR, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. In: MEETING ON NUTRITION OF SHEEP AND GOATS, 8., 1998, Grignon, França. **Proceedings...** Grignon. 1998. p. 2 - 15.

CANGIANO, C.A.; GALLI, J.R.; PECE, M.A.; DICHIO, L.; ROZSYPALEK, S.H. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.53, p.541-549, 2002.

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 2., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.25-52.

CARVALHO, P.C.F.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J.C. O processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: XXXVI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. p.253-268.

CARVALHO, P.C.F.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de bovinos em pastejo e sua relação com a estrutura da pastagem. In: FERRAZ, J.B.S. (Ed.) PECUÁRIA 2000: A PECUÁRIA DE CORTE NO III MILÊNIO. 2000, Pirassununga, **Anais...** Pirassununga, 2000. CD-ROM.

CARVALHO, P.C.F.; MARÇAL, G.K.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE, J.K.; OLIVEIRA, J.O R.; NABINGER, C.; MORAES, A. Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. In: XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001a, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba, 2001a, p.265-268.

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: PEDREIRA, C.G.S.e DA SILVA, S.C. (Ed.) **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**, Piracicaba: FEALQ, 2001b. p.853-871.

CARVALHO, P.C.F.; SILVEIRA, E.O.; PONTES, L.S.; POLI, C.H.E.C.; SOARES, A.B.; RIBEIRO FILHO, H.M.M. The effect of sward surface height on sheep grazing activities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001c, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, 2001c, CD ROM.

CASTRO, C.R.C. **Relações planta-animal em pastagem de milheto (*Pennisetum clandestinum* (L.) Leake) manejadas em diferentes alturas com ovinos**. Porto Alegre, 2002, 200 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Plantas Forrageiras), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CHACON, E.; STOBBS, T.H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.27, p.709-727, 1976.

CHARNOV, E.L. Optimal foraging, the Marginal Value Theorem, **Theoretical Population Biology**, v.9, p. 129-136, 1976.

COLEMAN, S.W. Plant-animal interface. **Journal of Production Agriculture**, v.5, 1, 7-13, 1992.

COMERON, E.A. Efectos de la calidad de los forrajes y la suplementacion en el desempeño de rumiantes en pastoreo (con especial referencia a vacas lecheras) In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 2., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.53-73

CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.47, p. 54-62, 1964

COSGROVE, G.P. Grazing behaviour and forage intake. In: GOMIDE, J.A (Ed.) SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 59-80.

DEMMENT, M.W.; GREENWOOD, G.B. Forage ingestion: effects of sward characteristics and body size. **Journal of Animal Science**. v. 66, p. 2380-2392, 1988.

DIAS FILHO, M.B.; CORSI, M.; CUSATO, S. Avaliação da adaptação de acessos de *Panicum maximum* para a Amazônia Oriental do Brasil. **Pasturas Tropicais**, v.17, n.1, p. 3-8, 1995.

DITTRICH, J.R. **Relações entre a estrutura das pastagens e a seletividade de equínos em pastejo**. Curitiba. 2001. 102 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

FLORES, E.R., LACA, E.A., GRIGGS, T.C., DEMMENT, M.W. Sward height and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. **Agronomy Journal**, v. 85, p. 527-532, 1993.

GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; FERNÁNDEZ, H.H. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos em pastoreo. **Revista Argentina de Producción Animal**. v.16, 2, p. 119-142, 1996

GALLI, J.R., CANGIANO, C.A , PECE, M. A , DICHIO, L. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. 1. Bite depth. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOFISIOLOGIA DA PASTAGEM E ECOLOGIA DO PASTEJO, 1., 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 257-260.

GORDON e LASCANO. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grasslands: potential and constraints. In: XVII INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993, p. 681-690.

GRIFFITHS, W.M. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. II. Regulation of bite depth. **Grass and Forage Science**, v.58, p. 124-137, 2003.

HERLING, V.R.; BRAGA, G.J.; LUZ, P.H.C.; OTANI, L. Tobiatã, Tanzânia e Mombaça. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001, p. 89-132.

HODGSON, J. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: HACKER, J.B.(Ed.) NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES, 1982, St Lucia. **Proceedings...** St Lucia, 1982, p.153-166.

HODGSON, J. **Grazing Management: Science into Practice**. Longman Group, 1990, 200 p.

HODGSON, J.; CLARK, D.A.; MITCHELL, R.J. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. National Conference on Forage Quality, Lincoln: American Society of Agronomy. 1994, p. 796-827.

HODGSON, J.; COSGROVE, G.P.; WOODWARD, S.J.R. Research on forage behaviour: progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, 1997, Winnipeg. **Proceedings...** Winnipeg, 1997, CD-ROM.

ILLIUS, A W., GORDON, I. J., MILNE, J.D., WRIGHT, W. Costs and benefits of foraging on grasses varying in canopy structure and resistance to defoliation. **Functional Ecology**, v. 9, p. 894-903, 1995

ILLIUS, A W., GORDON, I. J. The physiological ecology of mammalian herbivory. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 6., **Proceedings...** 1999, p. 407-423.

JANK, L.; SAVIDAN, Y.; SOUZA, M.T.; COSTA, J.G.C. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. 1. Planta forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, 3, p. 433-440, 1994.

LACA, E., DEMMENT, M.W. Herbivory: the dilemma of foraging in spatially heterogeneous food environment. In: PALO, R.T., ROBINS C.T. (Ed.) **Plant Defenses Against Mammalian Herbivores**. Boca Raton, 1991. p.29-44.

LACA, E.; DEMMENT, M.W. Foraging strategies of grazing animals. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A W. (Ed.) **The Ecology and management of Grazing Systems**. 1996, 137-158.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue fluxes in grazed plants communities. In: HODGSON, J; ILLIUS A.W. (ed.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**, p. 3-36, 1996

MANZANO, R.P.; NUSSIO, L.G.; ANDREUCCI, M.P.; VEIGA, K.Z.; COSTA, R.Z.M. Ingestive behaviour of beef cattle fed either protein or energy supplements under a rotational grazing system. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001c, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, 2001, CD ROM.

MARTINICHEN, D. **Efeito da estrutura do capim Mombaça sobre a produção de vacas leiteiras**. Curitiba. 2002. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.

MILNE, J.A. Diet selection by grazing animals. In: NUTRITION SOCIETY, 50, 1991. **Proceedings...** 1991, p.77-85.

MONTAGNER, D.B.; GENRO, T.C.M.; ROCHA, M.G.; QUADROS, F.L.F. Grazing time distribution on beef heifers in pearl millet pasture. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., 2003, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre, 2003, p.85.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. n: PEDREIRA, C.G.S.e DA SILVA, S.C. (Ed.) **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**, Piracicaba: FEALQ, 2001. p.755-771.

NORTON, B.W. Differences between species in forage quality. In: HACKER, J.B.(Ed.) **NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES**, 1982, St Lucia. **Proceedings**. St Lucia, 1982, p.89-110.

PENNING, P.D. Some effects of sward conditions on grazing behaviour and intake by sheep. In: GUDMUNDSSON, O. (Ed.) **Grazing research at northern latitudes**, **Proceedings**. NATO Advanced Research Workshop, Hvanneyri, Iceland, 1986, p. 219-226.

PENNING, P.D.; HOOPER, G.E. N. A evaluation of the use of short-term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.40, p.79-84, 1985.

PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 46, p. 15-28, 1991.

PEYRAUD, J.L.; DELAGARDE, R.; DELABY, L. Influence des conditions d'exploitation du pâturage et des caractéristiques animales sur les quantités ingérées par les vaches laitières: analyse et prédiction. **Rencontres Recherches Ruminantes**, v.2, p. 37-44, 1995.

PINTO, C.E.; FRIZZO, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; FONTOURA JR., J.A.; ALVIM, A.D.; FREITAS, T.M.S.; EVANGELISTA, G.T.; GONZALES, S.O. Effect of herbage allowance upon animal production and behaviour in a native pasture in Southern Brazil. In: **WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION**, 9., 2003, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre, 2003, p. 127

PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Foraging: behaviour and intake in temperate cultivated grassland. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 19, 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, 2001, p. 309-319.

PRACHE, S.; ROGUET, C. Influence de la structure du couvert sur le comportement d'ingestion. In: **Institut National de la Recherche Agronomique /Rapport d'Activité** 1992-1995, 1996, p. 22-24

PRACHE, S.; GORDON, I. J., ROOK, A.J. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. **Annales de Zootechnie**, v.48, p. 1-11, 1998

PROVENZA, F.D.; LAUNCHBAUGH, K.L. Foraging at the edge of chaos. In: Launchbaugh, K.L., MOSLEY, J.C.; SANDERS, K.D. (Ed.) **Grazing Behaviour and Wildlife**. University of Idaho, p.1-12, 1999

QUADROS, F.L.L.; TREVISAN, N.B.; SILVA, A.C.F.; BANDINELLI, D.G.; MARTINS, C.E.N.; ALVES FILHO, D.C. Preferência por sítios de pastejo em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes biomassas de lâmina foliar verde. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 40., Santa Maria, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2003, CD-ROM.

O'REAGAIN, P.J., SCHWARTZ, J. Dietary selection and foraging strategies of animals on rangeland. Coping with spatial and temporal variability. In: JOURNET, M.; GRENET, E.; FARCE, M H.; THERIEZ, M.; DEMARQUILLY, C. (Ed.) **Recent Developments in The Nutrition of Herbivores**, 4, Clermont-Ferrand, 1995, p. 419-424.

ROGUET, C.; DUMONT, B.; PRACHE, S. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: A review. **Annales de Zootechnie**, v. 47, p. 225-244, 1998

ROOK, A J. Principles of foraging and grazing behaviour. In: HOPKINS, A (Ed.) **Grass, its Production and Utilization**. 2000, p. 229-246.

RUYLE, G.B.; DWYER, D.D. Feeding stations of sheep as an indicator of diminished forage supply. **Journal of Animal Science**, v.61, 2, p. 349-353, 1985

SALLISBURY, F.B., ROSS, C.W. **Plant Physiology**, 4., Woodsworth Pub. Co., 1992, 682 p.

SANTOS, P.M. Estudo de algumas características agrônômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo. Piracicaba, 1997. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

SBRISSIA, A.; da SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: PEDREIRA, C.G.S.e DA SILVA, S.C. (Ed.) **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**, Piracicaba: FEALQ, 2001, p.731-754.

SILBERMANN, A.V.; ELIZONDO, F.; MATTIAUDA, D.A.; CHILIBROSTE, P. Effect of corn silage and grazing strategy on ingestive behaviour of grazing dairy cows. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., 2003, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre, 2003, p.75.

SPALINGER, D.E., HANLEY, T.A., ROBBINS, C.T. Analysis of the functional response in foraging in the Sitka black-tailed deer. **Ecology**, v. 69, 4, p. 1166-1175, 1988.

STOBBS, T.H. The effects of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, p. 809-819, 1973a

STOBBS, T.H. The effects of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, p. 821-829, 1973b

STUTH, J. Foraging behaviour. In: HEITSCHMIDT, R.K., STUTH, J. (Ed.) **Grazing Management: an Ecological Perspective**. 1991, p.85-108.

UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. Piracicaba, 2002. 83 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

UNGAR, E.D. Ingestive behaviour. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. (Ed.) **The ecology and Management of Grazing Systems**. 1996, p.185-218.

VAN VUUREN, A.M. Aspects of forage intake regulation. In: t'Mannetje, L. (Ed.) XV General Meeting of the European Grassland Federation. 1994, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen, 1994, p. 556-565.

WILSON, J.R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: HACKER, J.B.(Ed.) **NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES**, 1982, St Lucia. **Proceedings...** St Lucia, 1982, p.111-131.

CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O LOCAL DE ESTUDO, EQUIPAMENTOS E PERÍODO PRÉ-EXPERIMENTAL

3.1 LOCAL DO ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO EDAFOCLIMÁTICA

A Fazenda Experimental do Cangüiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná, está localizada no município de Pinhais, estado do Paraná, na região fisiográfica denominada Primeiro Planalto Paranaense, entre as coordenadas 25°25' latitude Sul e 49°08' longitude Oeste, com altitude de 930 metros. O solo do local é mapeado como Latossolo Vermelho Amarelo, de textura argilosa, com relevo suave ondulado (EMBRAPA,

1999). O clima, segundo a classificação de Köppen, é temperado do tipo Cfb (Maak, 1968). A precipitação média anual é da ordem de 1400 a 1800 mm com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Os meses de abril e maio são os mais secos. As temperaturas mínimas, médias e máximas dos meses de janeiro a junho de 2002, período de condução do experimento, encontram-se na Figura 3.1.

3.2 IMPLANTAÇÃO DA PASTAGEM

A implantação do capim Mombaça foi realizada em dezembro de 2000, após duas aplicações do herbicida Glyphosate, na dosagem de 1 kg de princípio ativo.ha⁻¹, cuja finalidade foi eliminar as plantas daninhas provenientes da germinação do banco de sementes do solo. A semeadura deu-se em área total de cinco hectares, em área previamente estabelecida com o capim Mombaça, cujo estande havia sido eliminado devido à ocorrência de geadas. Utilizou-se o sistema de plantio direto para o novo estabelecimento da pastagem, com densidade de semeadura de 15 kg de sementes.ha⁻¹.

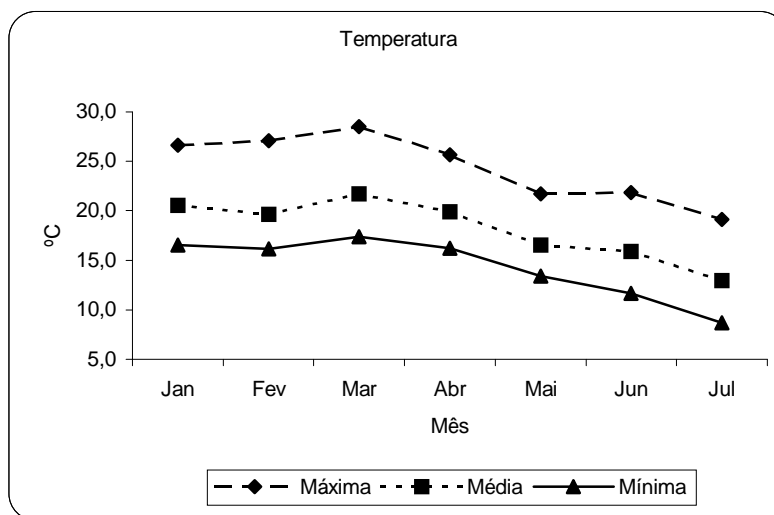


FIGURA 3.1 – Temperaturas máximas, médias e mínimas da região de Pinhais, Paraná, no período de janeiro a julho de 2002.

3.3 INSTALAÇÃO DOS PIQUETES

A área experimental, organizada de acordo com croqui apresentado na Figura 3.2, consistiu de oito piquetes com área de 540 m², divididos por cerca elétrica e dimensionados para que a densidade de animais presente nos diferentes tratamentos não permitisse rebaixamento do dossel maior do que aquele referente a um bocado, visando não causar interferência da disponibilidade de forragem sobre as variáveis estudadas.

3.4 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O preparo da área experimental consistiu, basicamente, de nivelamento da pastagem e adubação nitrogenada, na dosagem de 200 kg de N.ha⁻¹, na forma de uréia, dividida em três aplicações.

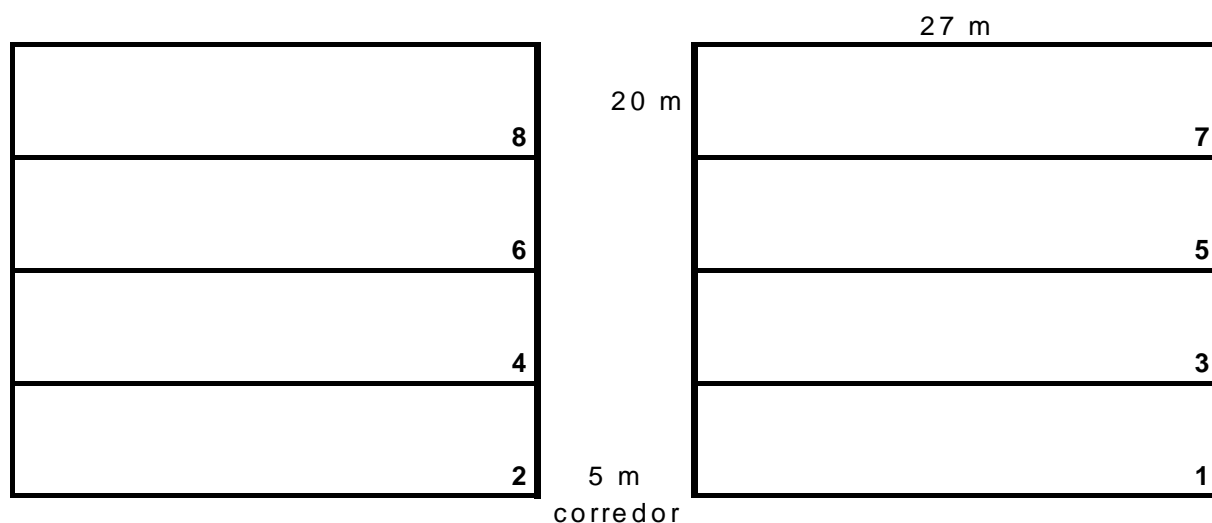


FIGURA 3.2 – Croqui da área experimental, apresentando os oito piquetes implantados com capim Mombaça e o corredor de comunicação. Pinhais, 2002.

A primeira adubação nitrogenada deu-se no início do mês de dezembro de 2001, na dosagem de 100 kg de N.ha⁻¹ após rebaixamento do pasto em área total à altura de 40 cm, utilizando-se uma roçadeira. No mês de janeiro de 2002 foi efetuado novo nivelamento da pastagem, também a 40 cm, seguido pela segunda aplicação de nitrogênio em cobertura na

dosagem de 50 kg de N.ha⁻¹, sendo este último procedimento repetido, na mesma dosagem, no início do mês de fevereiro de 2002.

A partir do segundo rebaixamento da pastagem, o capim Mombaça permaneceu em crescimento livre até que as alturas do dossel, determinadas para os tratamentos, fossem atingidas, o que ocorreu em fevereiro de 2002 para a altura de 60 cm.

3.5 PERÍODO PRÉ-EXPERIMENTAL

3.5.1 Equipamentos utilizados

3.5.1.1 Coletores de fezes e urina

A primeira etapa do período pré-experimental iniciou-se com a adequação de um modelo de coletor de fezes e urina, previamente dimensionado para vacas adultas, ao porte dos animais experimentais e com as simulações de uso dos mesmos, de maneira que, confeccionados em lona preta, não permitissem perdas de dejeções durante os testes de pastejo (Figura 3.3).

Após uma série de testes que visaram estabelecer as dimensões dos coletores, chegou-se a uma versão final, em outubro de 2001 quando, então, deu-se início ao processo de adaptação dos animais ao equipamento e aos procedimentos experimentais, adaptação esta que seguiu até o início do período experimental.





FIGURA 3.3 - Coletores de fezes e urina - utilizados para reter os dejetos dos animais durante os testes de pastejo. Pinhais, 2002.

3.5.1.2 Estratificador

O equipamento denominado estratificador (Figura 3.4), consistiu de uma estrutura em ferro, com altura de 1,60 m e área basal de $0,5625 \text{ m}^2$ ($0,75 \times 0,75$), segmentado a cada 20 centímetros por ganchos, onde era apoiado um quadrado móvel também de ferro, demarcando os sucessivos estratos do dossel a serem colhidos.

FIGURA 3.4 – Estratificador – equipamento utilizado para efetuar cortes segmentados da forragem de capim Mombaça, ao longo do perfil vertical do dossel, a cada 20 cm. Pinhais, 2002.

3.5.1.3 Sward Stick

O sward stick, equipamento baseado em metodologia adaptada de Barthram (1985), constituiu-se de uma haste graduada até uma altura de 1,50 m, na qual foi acoplado, perpendicularmente, um suporte acrílico. O avaliador percorria cada piquete de forma aleatória realizando, a cada cinco passos, uma leitura após o posicionamento da haste graduada junto ao seu pé, deslocando verticalmente, de cima para baixo, o suporte acrílico

até que o mesmo tocasse a primeira folha do relvado, anotando, em seguida, a leitura correspondente observada na haste (Figura 3.5)

3.5.1.4 Marcação de perfilhos

Para permitir avaliar o comprimento de lâminas foliares e a dinâmica da desfolha das mesmas, foram marcados cem perfilhos em cada piquete, divididos em cinco transectas, posicionadas a partir de um metro de um mourão da cerca. A partir desse ponto, um perfilho a cada dois metros foi marcado com fio colorido de telefone (Wade, 1991), totalizando 20 perfilhos por transecta, cada qual recebendo dupla numeração plastificada, a primeira individual e a segunda relativa à transecta em questão (Figura 3.6). Adotou-se como critério de escolha do perfilho, aquele cuja primeira folha fosse atingida pela projeção vertical de uma caneta, do topo da pastagem em direção ao solo, evitando, assim, escolher os perfilhos mais periféricos da cada touceira.



FIGURA 3.5 - *Sward stick* - equipamento utilizado para medir a altura do dossel de capim Mombaça. Pinhais, 2002.

FIGURA 3.6 - Perfilho de capim Mombaça marcado com fio de telefone colorido, contendo



dupla identificação numérica, plastificada. Pinhais, 2002.

FIGURA 3.7 – Visão geral da balança e do processo de pesagem dos animais. Pinhais, 2002.

3.5.2 Animais experimentais

Como animais experimentais, foram utilizadas quatro novilhas da raça Holandês Preto e Branco, com peso inicial entre 105 e 160 kg e final entre 133 e 200 kg. Além desses animais, outros três participaram dos testes de pastejo sem serem avaliados, com o objetivo de buscar o efeito de grupo, condição que pode resultar em maior tempo destinado ao pastejo (Arnold, 1987).

3.5.3 Habituação dos animais e treinamento dos avaliadores quanto ao procedimento experimental

Durante a fase pré-experimental, que ocorreu durante o período de outubro de 2001 a fevereiro de 2002, os animais foram submetidos a simulações dos procedimentos, permitindo aos mesmos habituares-se à espécie forrageira implantada, aos equipamentos utilizados, à presença dos avaliadores, ao caminho a ser percorrido entre a pastagem e a

balança e às pesagens. A balança (Figura 3.7) e os piquetes estavam distantes cerca de 300 metros (Figura 3.8), percurso que foi percorrido lentamente para evitar perda de dejeções e estresse por parte dos animais e monitorado pelos avaliadores para que fosse evitada a ingestão de forragem. Nessa mesma fase, os avaliadores foram treinados quanto à utilização dos equipamentos e aos procedimentos experimentais.

Durante os períodos entre tratamentos, os animais foram mantidos em piquetes adicionais, implantados também com o capim Mombaça, continuando a serem periodicamente submetidos aos procedimentos experimentais para que, uma vez sendo atingida a próxima altura de avaliação, não houvesse problemas de adaptação por parte dos animais.



FIGURA 3.8 – Vista geral do deslocamento dos animais e da equipe de trabalho entre a balança e os piquetes de capim Mombaça. Pinhais, 2002.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOLD, G.W. Grazing behaviour. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed Grassland Analytical Studies**, 1987, p. 129-135

BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **Hill Farming Research Organization/Biennial Report**. 1985, p. 29-30.

EMBRAPA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

MAAK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Pinhais: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350 p.

WADE, M.H. **Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method**. St-Gilles, 1991. 70 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade de Rennes.

CAPÍTULO 4 - CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO DE INGESTÃO DE FORRAGEM POR NOVILHAS LEITEIRAS EM PASTOS DE CAPIM MOMBAÇA

RESUMO – Com o objetivo de avaliar a influência da estrutura de pastos tropicais sobre o consumo de bovinos, cinco alturas de dossel (60, 80, 100, 120 e 140 cm) de uma pastagem de capim Mombaça (*Panicum maximum*, Jacq.) foram estabelecidas, em um delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições. Quatro novilhas da raça Holandês Preto e Branco, portando coletores de fezes e urina, foram utilizadas em testes de pastejo de quarenta e cinco minutos. O número de bocados e o tempo de alimentação foram registrados com o uso de contadores e cronômetros. A massa de forragem total consumida foi obtida pela técnica de dupla pesagem. A massa do bocado foi calculada pela razão entre a massa de forragem total consumida e o número de bocados e a taxa de ingestão pela razão entre a massa de forragem total consumida e o tempo de alimentação. Com o aumento na altura do dossel, observou-se aumento linear na massa do bocado ($y=1,11434+0.054541x$, $R^2=0.7580$, $P=0.0001$), o que resultou em um maior número de movimentos de mastigação necessários ao processamento da forragem. Além disso, o aumento do comprimento das lâminas foliares expandidas ($y = -104,311106 + 2,877570 x - 0,012035 x^2$, $R^2 = 0,9271$, $P = 0,002$) e em expansão ($y = -37,491853 + 1,436966 x - 0,005424 x^2$, $R^2 = 0,8831$, $P = 0,047$) obrigou os animais a ingeri-las de forma quase individual, resultando em aumento linear no tempo por bocado ($y=0,402779 + 0,022792x$, $R^2=0,6369$, $P=0,0035$) e, conseqüentemente numa redução linear na taxa de bocados ($y=42,937537-0,187912x$, $R^2=0,7427$, $P=0,0008$). Como o aumento no tempo por bocado foi proporcionalmente maior que o aumento observado para a massa do bocado, a massa de forragem total consumida ($y= - 0,940457+0,027401x-0,000121x^2$, $R^2=0,8941$, $P=0,0023$) e a taxa de ingestão ($y= - 0,125883+0,004372x-0,00002x^2$, $R^2=0,5868$, $P=0,0363$) estabilizaram-se nas maiores alturas do pasto. Nessas condições, as limitações físicas impostas pela estrutura do dossel levaram a uma menor eficiência de captura de forragem pelos animais, mesmo em situações de elevada disponibilidade de forragem. A taxa de consumo apresentou valor máximo a uma altura de dossel de 109,3 cm.

Palavras-chave – bocados, consumo de forragem, estrutura do dossel, novilhas holandesas

ABSTRACT – To evaluate the influence of tropical pasture structure on cattle forage intake, five pasture heights (60, 80, 100, 120 and 140 cm) of *Panicum maximum* Jacq. were established, in a completely randomised design with two replications. Four growing heifers, carrying faeces and urine holders, were used in grazing tests of forty-five minutes. Number of bites and feeding time were registered by visual assessment. Total herbage mass consumed was obtained by double weighting technique. Bite mass was obtained by the ratio between total herbage consumed and bite number, and intake rate by the ratio between total herbage consumed and feeding time. With increasing in sward heights, an increase in bite mass was observed ($y=1.11434+0.054541x$, $R^2=0.7580$, $P=0.0001$), that resulted in a greater number of chewing movements, necessary to its processing. Also, the quadratic increase in the length of both expanded leaves ($y = -104.311106 + 2.877570 x - 0.012035 x^2$, $R^2 = 0.9271$, $P = 0.002$) and on expansion leaves ($y = -37.491853 + 1.436966 x - 0.005424 x^2$, $R^2 = 0.8831$, $P = 0.047$), obligated the animals to ingest them almost individually, leading to an increase in time per bite ($y=0.402779 + 0.022792x$, $R^2=0.6369$, $P=0.0035$) and, consequently, a linear decrease in bite rate ($y=42.937537-0.187912x$, $R^2=0.7427$,

$P=0.0008$). Once the linear increase in time per bite was proportionally greater than that observed to bite mass, total herbage mass consumed ($y = -0.940457 + 0.027401x - 0.000121x^2$, $R^2=0.8941$, $P=0.0023$) and intake rate ($y = -0.125883 + 0.004372x - 0.00002x^2$, $R^2=0.5868$, $P=0.0363$) stabilized in the highest heights. Under these conditions, the physical limitation imposed by pasture structure led to a lower efficiency of forage capture by the animals, even in high forage allowance situation. Intake rate was maximised at pasture height of 109,3 cm.

Key-words – bite, forage intake, holstein heifers, sward structure

4.1 INTRODUÇÃO –

O consumo diário de forragem é o aspecto central de toda análise que vise a uma maior compreensão a respeito das estratégias dos animais em pastejo, sendo afetado diretamente por fatores relacionados à planta forrageira e aos animais. O baixo consumo de forragem tem sido apontado como uma das principais limitações ao desempenho animal em regiões tropicais, o que é atribuído à baixa qualidade das espécies forrageiras de clima tropical, quando comparadas às espécies temperadas, em situações de alta oferta de forragem. Porém, evidências recentes têm apontado para existência de outro tipo de limitação, desta vez de ordem estrutural e não relacionada à composição bromatológica da forragem, as quais podem restringir a ingestão de alimentos pelos animais (Carvalho *et al.*, 2001a).

A estrutura do dossel forrageiro, relacionada à distribuição vertical e horizontal de componentes morfológicos e botânicos (Cangiano *et al.*, 2002; Hodgson, 1982; Milne, 1991), pode influenciar a facilidade de apreensão da forragem pelos animais (Stobbs, 1973 a,b; Nabinger e Pontes, 2001) exercendo efeitos sobre seu consumo diário, os quais respondem a essas características alterando seus padrões de deslocamento e ingestão.

Assim, a massa do bocado, critério utilizado pelos animais para avaliação de sua ingestão diária de nutrientes, é a base de um balanço efetuado pelos animais entre alocar tempo para mastigação, o que pode aumentar a taxa de digestão e passagem, ou para apreensão de novos bocados, visando manter a taxa de consumo (Laca e Demment, 1991; Illius e Gordon, 1999; Prache e Peyraud, 2001).

Em condições de baixa oferta de forragem, o animal tende a aumentar o tempo de pastejo e a frequência de bocados (Chacon e Stobbs, 1976; Arnold, 1987; Hodgson, 1990; Gordon e Lascano, 1993) visando aumentar sua taxa de ingestão. Esses ajustes constituem ferramentas importantes do animal em pastejo para buscar o atendimento de suas exigências diárias (Tharmaraj *et al.*, 2003) não sendo, porém, suficientes em todas as condições.

Por outro lado, em condições de elevada oferta de forragem, a ingestão de forragem pelos animais também pode ser restringida, como verificaram Carvalho *et al.* (2001 a) ao observarem redução na taxa de consumo de ovinos devido ao maior tempo requerido à formação do bocado, ocasionado pela disposição esparsa das folhas de capim Tanzânia (*P. maximum*, (L.) Leeke), espécie tropical de porte elevado.

Diante dessas considerações, o objetivo deste estudo foi verificar de que maneira a estrutura do dossel de pastos de capim Mombaça pode afetar os parâmetros de ingestão de forragem de novilhas leiteiras em pastejo.

4.2 METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido na Fazenda Experimental do Cangüiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Pinhais, estado do Paraná, sendo o clima da região classificado como temperado, do tipo Cfb (Maak, 1968).

Como animais experimentais, foram utilizadas quatro novilhas da raça Holandês Preto e Branco, com peso médio de 152 kg. Para evitar perdas de dejeções, os animais experimentais portaram coletores de fezes e urina, confeccionados em lona.

Os tratamentos consistiram de cinco alturas de dossel em uma pastagem de capim Mombaça (*Panicum maximum* (L.) Leeke), as quais corresponderam a 60, 80, 100, 120 e 140 cm, com duas repetições, correspondendo a dez testes de pastejo, realizados no período de 12.02.02 a 14.04.02. Foram utilizados oito piquetes de 540 m² cada, sendo que os piquetes referentes ao tratamento de altura 120 cm, por razões associadas ao baixo impacto dos testes de pastejo no mesmo, também serviram ao tratamento 140 cm.

Em cada dia de avaliação foram efetuados os procedimentos de caracterização da estrutura do dossel e os testes de pastejo, durante os quais foram coletados os dados de ingestão.

4.2.1 Caracterização da estrutura do dossel forrageiro

A altura do pasto foi medida antes e após os testes de pastejo, utilizando, para isso, um equipamento denominado *sward stick*, projetado segundo metodologia adaptada de Barthram (1985). As medições foram realizadas, de forma aleatória, em número de 75 por repetição, permitindo-se variação máxima de 5% com relação à altura inicial proposta para

cada tratamento. Portanto, a altura era constantemente monitorada e os testes de pastejo somente se iniciavam quando se obtinha uma altura muito próxima àquela pretendida.

Para quantificação da massa de forragem, foram coletadas cinco amostras da biomassa vegetal aérea, estratificadas a cada 20 centímetros de altura. Para tanto, utilizou-se um equipamento denominado estratificador, composto de uma estrutura quadrada em ferro, de área basal de $0,5625 \text{ m}^2$ ($0,75 \times 0,75 \text{ m}$), segmentada a cada 20 centímetros por ganchos, onde foi apoiado um quadrado móvel, de mesma área e também de ferro, delimitando os estratos da pastagem a serem colhidos. As amostras estratificadas foram pesadas, separadas nas frações lâminas foliares, colmos mais bainhas e material senescente e, em seguida, colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, sendo novamente pesadas, para obtenção da massa seca de cada componente, expressas em kg de MS.ha^{-1} . A massa de forragem foi determinada a partir da soma dos sucessivos estratos colhidos em cada amostragem, efetuando-se a média das cinco amostras. O mesmo procedimento foi efetuado para determinação da massa seca de colmos mais bainhas e de lâminas foliares.

Os resultados obtidos para a massa de forragem, de colmos mais bainhas e de lâminas foliares foram utilizados para o cálculo de suas respectivas densidades volumétricas, expressas em kg de MS.m^{-3} .

Para avaliação dos teores de Proteína Bruta (PB), Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN) e Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (FDA) da forragem disponível, foram utilizados os estratos pertencentes à porção média superior de cada tratamento, separados nas frações lâminas foliares e colmos mais bainhas. Essas amostras foram moídas em moinho da marca Willey e submetidas às análises bromatológicas (AOAC, 1984), no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Paraná, sendo os valores expressos em porcentagem.

Para medição do comprimento de lâminas foliares expandidas e em expansão foram utilizados 100 perfilhos marcados com fio de telefone, de forma aleatória, em cada repetição. As folhas expandidas foram medidas desde a lígula até seu ápice, e aquelas em expansão, desde a lígula da penúltima folha expandida abaixo dela até seu ápice.

4.2.2 Testes de pastejo

Os testes de pastejo foram conduzidos segundo metodologia proposta por Penning e Hooper (1985), cuja seqüência é descrita a seguir. Após jejum de sólidos e líquidos por um período de seis horas no início da manhã, os animais experimentais foram vestidos com os

coletores de fezes e urina, pesados em balança da marca TOLEDO, modelo 2180, com capacidade para 250 kg e precisão de 5 g e encaminhados aos piquetes experimentais juntamente com três animais acompanhantes. A inclusão desses últimos visava à obtenção do efeito de grupo. Na pastagem, os animais experimentais foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo (animais A e B) permaneceu amarrado próximo aos piquetes e impossibilitados de consumir água e alimentos sólidos. Tal procedimento teve como objetivo avaliar as perdas metabólicas, medidas mediante a variação de peso durante o referido período.

Enquanto isso, o segundo grupo (animais C e D) foi avaliado por meio de teste de pastejo, com duração de 45 minutos, sendo monitorados por quatro avaliadores que trabalhavam em duplas, cada qual avaliando um dos dois animais na pastagem, a partir da medição do número de bocados e do tempo de alimentação, utilizando, para isso, contadores e cronômetros. No tocante ao tempo de alimentação, o mesmo referiu-se ao tempo efetivo de apreensão da forragem, não sendo computados os intervalos intra-refeições, pois, quando o animal deslocou-se por um período maior que seis segundos sem ingestão de forragem, a medição dos cronômetros foi interrompida.

Paralelamente aos testes de pastejo, outro membro da equipe observou o comportamento ingestivo dos animais e, procurando simular o seu pastejo, retirou 20 amostras de cada sessão de pastejo, de forma manual, segundo a metodologia denominada *hand plucking* (Burns *et al.*, 1989), as quais foram embaladas em sacos plásticos identificados. As amostras seguiram para o laboratório para determinação do teor de matéria seca, onde receberam tratamento semelhante ao destino às amostras estratificadas, sendo utilizado posteriormente para correção dos valores calculados para a massa de forragem total consumida.

Ao final dos 45 minutos, os animais C e D foram levados à balança, portando os coletores de fezes e urina, obtendo-se, assim, a diferença de peso entre a entrada e saída da pastagem. Os animais A e B, que aguardavam, perdendo peso metabólico, foram também pesados e encaminhados para a segunda sessão de pastejo, onde os mesmos procedimentos foram repetidos, inclusive com os animais C e D ficando amarrados. Uma vez terminado o teste, os animais retornaram às áreas adicionais, que continham pastagem implantada com a mesma espécie forrageira.

É importante ressaltar que o curto período de condução dos testes foi estabelecido para que não houvesse interferência de processos digestivos sobre a dinâmica da ingestão de forragem.

4.2.3 Parâmetros de ingestão de forragem

Para avaliação do comportamento ingestivo dos animais, as seguintes relações foram calculadas:

Taxa de bocados (bocados por minuto) - relação entre o número de bocados e o tempo de alimentação; Tempo por bocado (segundos por bocado) - Relação entre o tempo de alimentação e o número de bocados; Massa de forragem total consumida (g de massa seca) - Diferença de peso dos animais entre as pesagens pós e pré pastejo, corrigida quanto ao teor de massa seca do material coletado, via *hand plucking* e somando a esses valores, aqueles relativos às perdas metabólicas; Massa do bocado (mg de MS por bocado por kg de peso vivo) – relação entre a massa de forragem total consumida e o número de bocados durante os testes; Taxa de ingestão (g MS por minuto por kg de peso vivo) – relação entre a massa de forragem total consumida e o tempo de alimentação.

As variáveis massa de forragem total consumida, massa do bocado e taxa de ingestão tiveram seus valores expressos em função do peso dos animais.

4.2.4 Delineamento estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e duas repetições e os dados obtidos analisados por meio de regressões polinomiais de primeiro e segundo graus, utilizando-se o aplicativo STATGRAPHICS. Para os testes de médias, foi utilizado o teste de Duncan, com um nível de significância de 5%.

O conjunto completo de resultados utilizado nas análises de regressão e as análises da variância efetuadas para os testes de médias são apresentados nos Anexos.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Caracterização da estrutura do dossel forrageiro

As alturas efetivas de dossel apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, garantindo a independência dos mesmos quanto às variáveis avaliadas (Tabela 4.1).

O dimensionamento dos piquetes foi planejado visando oferecer área suficiente de pastagem aos animais para que não houvesse redução importante na altura do dossel durante os testes de pastejo. Porém, nos tratamentos 60 e 80 cm, a altura média de saída

dos animais dos piquetes representou uma redução média de 25% em relação à altura inicial (Tabela 4.1).

TABELA 4.1 – Alturas efetivas do dossel na entrada e saída dos animais da pastagem de capim Mombaça, oferta de forragem ($\text{m}^3 \text{UA}^{-1}$ e kg de MS. UA^{-1}) e de lâminas foliares (kg de MS.100 kg PV^{-1}), referentes aos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140 cm de altura do dossel. Pinhais, 2002.

Alturas efetivas de entrada					CV
(cm)					(%)
58,9a	79,3b	96,5c	116,6d	133,0e	2,5
Alturas efetivas de saída					
(cm)					
42,7d	59,6c	96,4b	105,3ab	114,1 ^a	4,8
Oferta de forragem					
$(\text{m}^3.\text{UA}^{-1})$					
237d	293c	334b	410a	431a	3,4
Oferta de forragem					
(kg de MS. 100 kg de PV^{-1})					
59,4b	66,8ab	76,6ab	89,0ab	104,4a	14,4
Oferta de lâminas foliares					
(kg de MS. 100 kg de PV^{-1})					
9,9c	21,1bc	28,8b	35,7ab	46,5a	20,3

* médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

Por outro lado, os valores de oferta de forragem, expressos por meio da razão volume de massa seca e unidades animais presentes (Tabela 4.1), ferramenta usada para dimensionar e verificar o grau de eficiência de sistemas rotativos, situou-se dentro da amplitude de $300 \text{ m}^3.\text{UA}^{-1}$ e $600 \text{ m}^3.\text{UA}^{-1}$, a qual é considerada adequada e indicativa de sistemas de manejo rotativo adequadamente conduzidos (Duru *et al.*, 2000). Os valores verificados para a oferta de forragem e de lâminas foliares, expressos como porcentagem do peso vivo dos animais confirmam a ausência de limitação à ingestão de forragem, uma vez que, segundo Holmes e Wilson (1984), para que não haja limitação de consumo, a oferta diária de forragem deve ser de duas a quatro vezes superior ao que o animal consegue ingerir, condição que foi superada em todos os tratamentos.

Os valores de massa de forragem e de lâminas foliares apresentaram aumento linear, com o incremento na altura do dossel, variando entre 7500 e 17000 kg.ha⁻¹ e refletindo o efeito da altura de manejo sobre a forragem disponível (Penning *et al.*, 1991). Quadros *et al.* (2001), ao trabalharem com doses de nitrogênio, fósforo e potássio em capim Mombaça, verificaram valores entre 9000 a 12000 kg de MS.ha⁻¹, superiores aos obtidos por Uebele (2002), que obteve entre 4700 e 8200 kg de MS.ha⁻¹, para alturas de pasto variando de 30 a 115 cm, nas condições de pós e pré pastejo, respectivamente, tendo sido realizado o corte da forragem a 20 cm do solo.

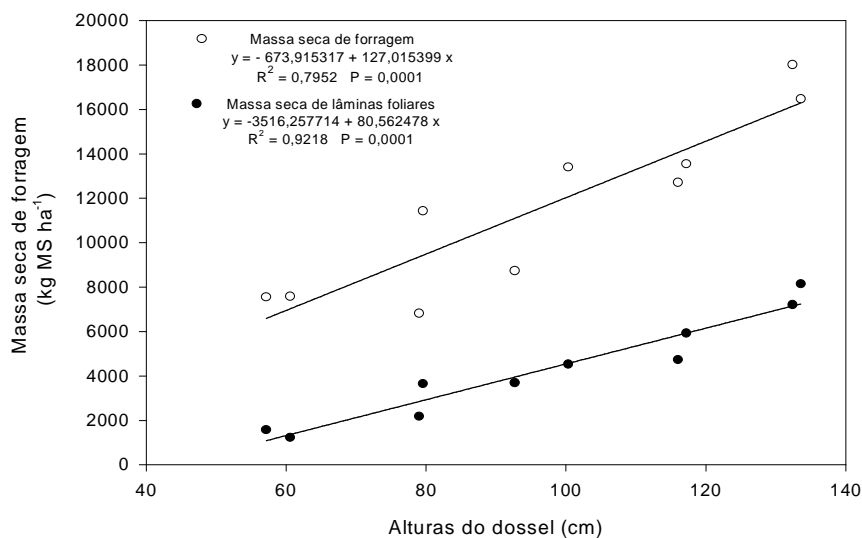
Com o aumento da altura do dossel, a densidade volumétrica da forragem e de colmos mais bainhas não foi alterada (Tabela 4.2 e 4.3), apesar do aumento linear verificado para a massa seca de forragem e de lâminas foliares (Figura 4.1) devido, provavelmente, ao efeito do aumento da altura, que diluiu a massa seca produzida ao longo de seus estratos. No tocante à densidade volumétrica de lâminas, a mesma aumentou até a altura de 100 cm, estabilizando-se a seguir (Tabela 4.4). Martinichen (2002), comparando duas estruturas de dossel em capim Mombaça, registrou valores entre 0,96 a 1,10 e entre 0,39 a 0,48, respectivamente, para a densidade volumétrica da forragem e de lâminas foliares, próximos aos aqui relatados.

Os resultados obtidos para essas variáveis confirmaram a ocorrência de maior concentração de massa seca nos estratos inferiores do dossel, quando comparada aos estratos superiores, estrutura típica de plantas forrageiras tropicais (Stobbs, 1973 a,b).

Em pastagens no estágio vegetativo, a facilidade de apreensão da forragem é determinada principalmente pela altura do dossel e densidade volumétrica da pastagem (Prache e Peyraud, 2001), variáveis altamente correlacionadas entre si e que determinam o tamanho do bocado e a taxa de consumo diário dos animais (Hodgson, 1990), uma vez que a ingestão de forragem é diretamente proporcional à densidade de forragem para um mesmo volume de bocado.

TABELA 4.2 - Densidade volumétrica de forragem de capim Mombaça (kg de MS.m⁻³), referente às alturas de 60, 80 ,100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.

Estratos do dossel (cm)	Alturas do dossel (cm)				
	60	80	100	120	140
	(kg de MS.m ⁻³)				
120-140					0,14
100-120				0,10	0,32
80-100			0,15	0,27	0,63
60-80		0,05	0,47	0,62	0,97
40-60	0,16	0,38	0,82	1,08	1,61



20-40	0,69	1,05	1,40	1,46	1,85
0-20	2,92	3,08	2,66	2,98	3,02
CV (%)	Média do perfil (kg de MS.m ⁻³)				
15,8	1,26a	1,14a	1,10a	1,09a	1,22a

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

FIGURA 4.1 - Relação entre a altura do dossel e a massa de forragem e de lâminas foliares (kg de MS.ha⁻¹) de capim Mombaça nos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.

TABELA 4.3 - Densidade volumétrica de colmos mais bainhas de capim Mombaça (kg de MS.m⁻³), referentes às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.

Estratos do dossel	Alturas do dossel (cm)				
	60	80	100	120	140
(cm)	(kg de MS.m ⁻³)				
120-140					
100-120					
80-100					
60-80				0,09	0,05
40-60	0,04	0,02	0,02	0,16	0,40
20-40	0,22	0,13	0,40	0,54	0,77
0-20	1,08	1,21	1,23	1,68	1,66
CV (%)	Média do perfil (kg de MS.m ⁻³)				
25,2	0,45a	0,34a	0,33a	0,41a	0,41a

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

TABELA 4.4 - Densidade volumétrica de lâminas foliares de capim Mombaça (kg MS.m^{-3}), referentes às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.

Estratos do dossel (cm)	Alturas do dossel (cm)				
	60	80	100	120	140
	(kg de MS.m^{-3})				
120-140					0,14
100-120				0,10	0,32
80-100			0,15	0,27	0,63
60-80		0,05	0,47	0,52	0,90
40-60	0,10	0,36	0,69	0,82	0,11
20-40	0,31	0,73	0,63	0,65	0,57
0-20	0,22	0,31	0,22	0,23	0,12
CV (%)	Média do perfil (kg de MS.m^{-3})				
25,2	0,21b	0,36ab	0,43a	0,44a	0,54a

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

Os teores de PB da fração lâminas foliares referentes ao estrato médio superior do dossel apresentaram redução linear com o aumento em altura do dossel, variando de 20,5% para 9,7% PB, enquanto que os teores de FDN e FDA apresentaram comportamento inverso (Figura 4.2). As razões para esse comportamento encontram-se no acúmulo progressivamente menor de nitrogênio em relação ao carbono com o crescimento da planta pois, nessas condições, ocorre aumento simultâneo no comprimento das lâminas foliares, que passam a requerer maior proporção de tecidos estruturais, principalmente no tocante à nervura central da folha, para sua sustentação visando otimizar a captação de luz (Lemaire e Gastal, 1997).

Esses tecidos, constituídos principalmente de bainhas vasculares e esclerênquima, apresentam menor teor de nitrogênio e, com o desenvolvimento das plantas, participam na massa seca de forragem de forma proporcionalmente superior àqueles tecidos relacionados ao mecanismo fotossintético, levando à redução no teor de nitrogênio do material recém produzido.

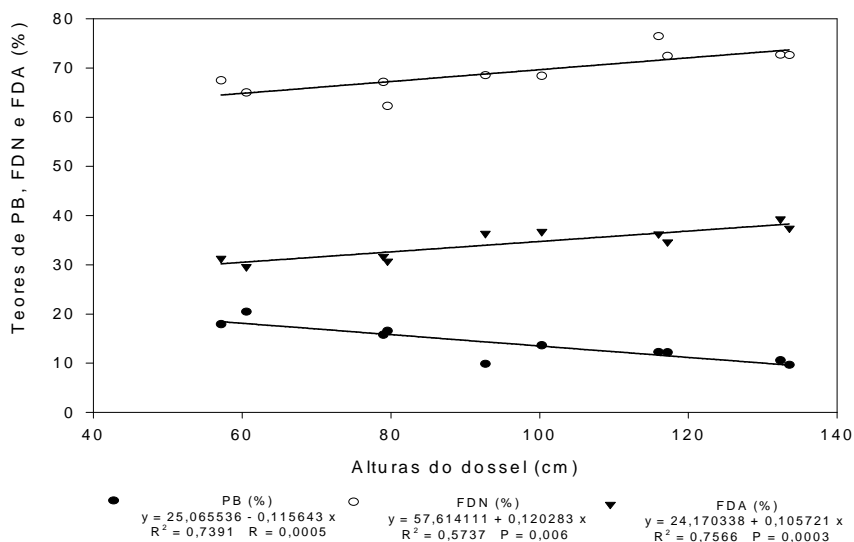


FIGURA 4.2 – Teores de PB, FDN e FDA das lâminas foliares (%) do estrato médio superior do dossel de capim Mombaça, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.

Dessa forma, com o aumento na altura do dossel, o valor nutritivo potencial do material ofertado, representado pelos teores de PB, FDN e FDA, foi reduzido, apesar de não ter atingido, nas frações analisadas, valores abaixo 7% de PB, situação que pode ser considerada como limitante ao desempenho animal (Milford e Minson, 1966), em condições de oferta adequada de forragem.

O teor de fibra da forragem, representado pelos parâmetros FDN e FDA, possui relação positiva com necessidade de redução do tamanho das partículas durante o processo de mastigação (Ilius *et al.*, 1995), podendo afetar o tempo destinado a esse processo.

4.3.2 Características do processo de ingestão de forragem

A massa do bocado aumentou linearmente com o aumento da altura do dossel (Figura 4.3), concordando com os resultados de Cangiano *et al.* (2002), Damasceno *et al.* (2003 b) e Tharmaraj *et al.* (2003).

A relação positiva existente entre altura do dossel/massa de forragem disponível e massa do bocado/consumo de forragem é conhecida como resposta funcional (Hodgson, 1990; Gordon e Illius, 1992; Ungar, 1996) e é descrita como uma função curvilínea (Carvalho *et al.*, 2001b), significando que pastos mantidos mais altos potencializam a profundidade do bocado, variável determinante da massa do bocado e, conseqüentemente, do consumo de forragem (Carvalho, 1997).

Além disso, colaborando para o aumento da massa do bocado, houve aumento linear no teor de matéria seca da forragem ingerida em cada bocado, com o aumento em altura do dossel (Figura 4.4). Isso significa que o aumento da massa do bocado com o aumento da altura da pastagem não é decorrente pura e simplesmente de um aumento na geometria do bocado, como tanto é descrito na literatura (e.g., Ungar, 1996), mas também da alteração da concentração de massa por unidade de superfície de folha, suposição esta que já havia sido levantada por Castro (2002).

Os valores encontrados para massa do bocado das novilhas leiteiras variaram entre 0,202 a 0,747 g de MS.bocado⁻¹.animal⁻¹. Trabalhando também com animais jovens, Demment e Laca (1993) verificaram valores entre 0,5 a 3,0 g e Cangiano *et al.* (2002) entre 1,3 a 1,9 g de MS.bocado⁻¹.animal⁻¹. Para vacas leiteiras adultas, Hodgson (1990) reportou valores entre 0,2 a 1,0 g e Barrett *et al.* (2003) entre 0,7 a 1,2 g de matéria seca por bocado por vaca.

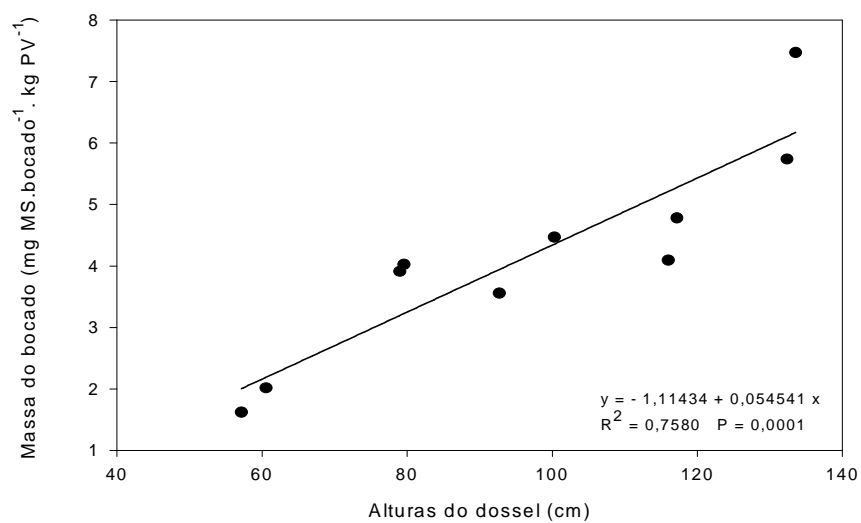
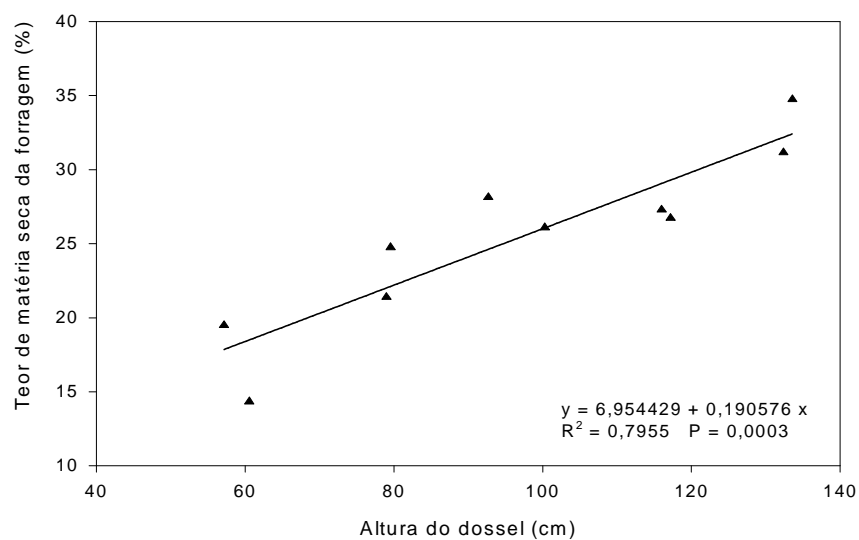


FIGURA 4.3 - Relação entre altura do dossel e massa do bocado de novilhas leiteiras (mg de MS.bocado⁻¹.kg de PV⁻¹), referente às alturas 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.



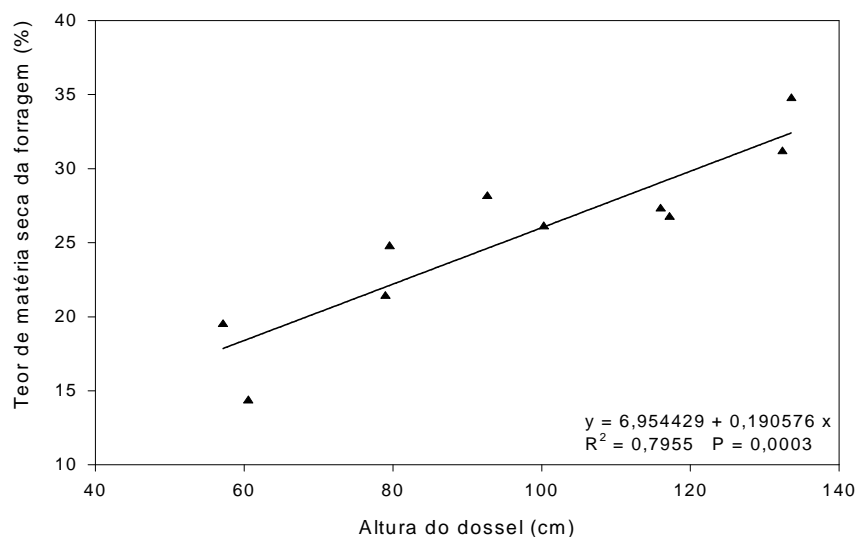


FIGURA 4.4 – Teor de matéria seca da forragem colhida (%) para as alturas de dossel de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002

Como resposta aos valores crescentes de massa do bocado, a taxa de bocados praticada pelos animais reduziu linearmente, apresentando valores entre 31 e 15 bocados por minuto, entre a menor e a maior altura testadas (Figura 4.5).

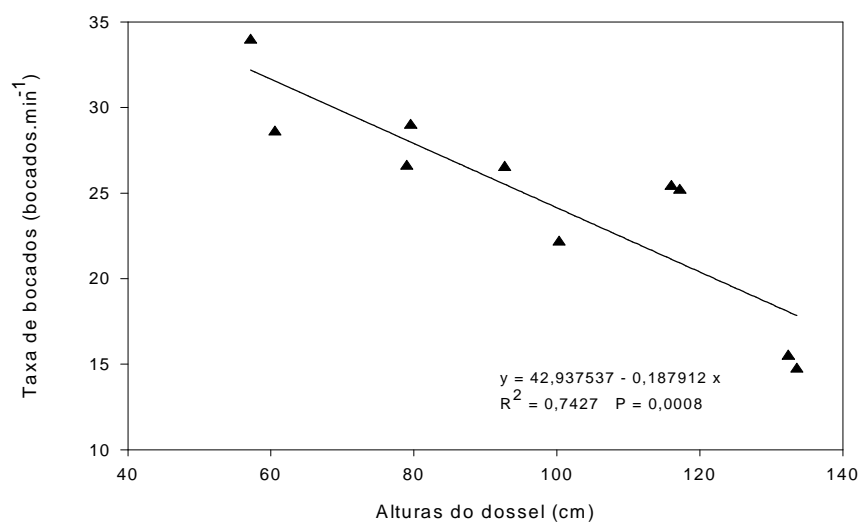


FIGURA 4.5 - Relação entre a altura do dossel e a taxa de bocados (bocados.min⁻¹), referente às alturas 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

Esses valores são inferiores aos 55 bocados por minuto reportados por Silva *et al.* (2003), em trabalho com novilhos de corte em pastagens de clima temperado e ao intervalo de 30 a 70 bocados por minuto, sugerido por Carvalho (1997), para herbívoros em geral. Avaliando também o comportamento ingestivo de bovinos em pastagens tropicais, Chacon e Stobbs (1976) relataram entre 55 a 59 bocados por minuto para vacas adultas, no outono e primavera, respectivamente, sendo que os maiores valores de bocado observados por esses autores resultaram do fato de que para a caracterização do bocado, foram considerados todos os movimentos mandibulares realizados e não apenas aqueles relativos à apreensão da forragem. Barrett *et al.* (2003), testando genótipos de azevém, registraram entre 47 a 56 bocados por minuto, quando as plantas encontravam-se nos estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente.

Já em pastagens de capim Marandu (*Brachiaria brizantha*, Hochst. ex A. Rich.) Stapf, Sarmiento (2003) registrou para novilhas Nelore, uma amplitude de valores entre 17,5 e 46,3 bocados por minuto, valores semelhantes aos obtidos neste trabalho. Taxas de bocado muito baixas em pastagens de gramíneas tropicais já haviam sido reportadas por Carvalho *et al.* (2001a) e Castro (2003), indicando que esse tipo de estrutura limitaria o processo de ingestão de forragem.

A redução na taxa de bocados com o aumento da altura do dossel, também foi registrada por Griffiths *et al.* (2003) e pode ser explicada pelo aumento significativo no tempo de formação de bocados maiores, que variou de 1,95 a 3,99 segundos no presente experimento (Figura 4.6), ou seja, houve acréscimo de 100% no tempo para realização de cada bocado, entre a menor e a maior altura avaliada, incremento superior aos 40% verificados por Carvalho *et al.* (2001a) em pastagem de capim Tanzânia pastejada por ovinos.

Como possíveis explicações para este fenômeno, observa-se na Figura 4.7 que, com o aumento do comprimento das lâminas foliares de folhas expandidas e em expansão, a apreensão das mesmas ficou dificultada, passando a serem ingeridas, freqüentemente, uma a uma e estabelecendo o que Carvalho *et al.* (2001a) classificaram como pastejo “tipo espaguete”. Dessa forma, os movimentos de apreensão tornaram-se menos eficientes devido à distribuição esparsa e ao elevado comprimento das lâminas foliares presentes nos estratos superiores do relvado, o que implicou em aumento no tempo de formação dos bocados, naquelas condições.

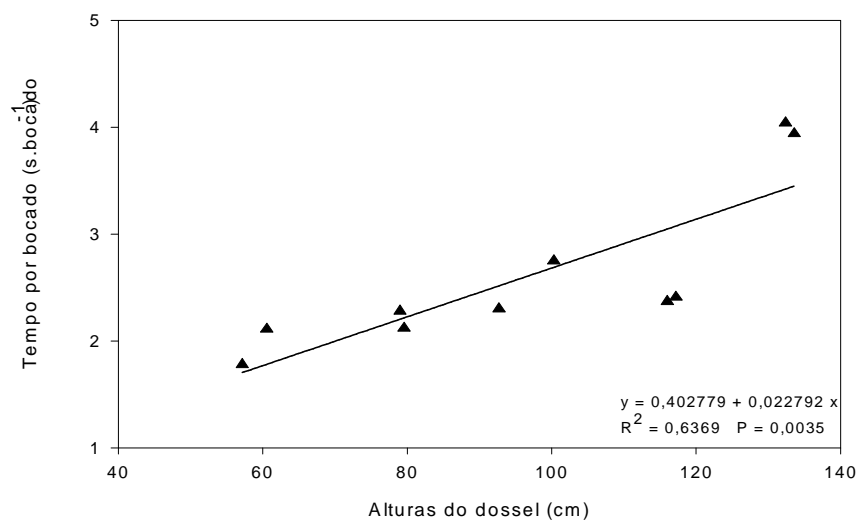


FIGURA 4.6 - Relação entre a altura do dossel e o tempo por bocado (s.bocado⁻¹), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

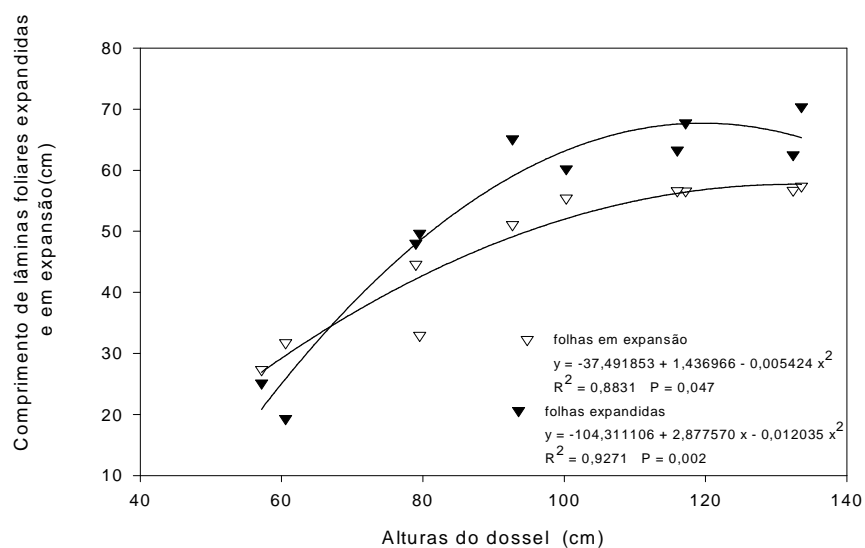


FIGURA 4.7 – Relação entre a altura do dossel e o comprimento médio de lâminas foliares expandidas e em expansão do capim Mombaça, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm. Pinhais, 2002.

Além disso, é provável que o aumento na massa ingerida em cada bocado tenha exigido maior processamento por parte dos animais (Penning, 1986, Prache e Peyraud, 2001), aumentando o número necessário de movimentos de mastigação (Van Vuuren, 1994, Tharamaj *et al.*, 2003) e resultando em maior tempo destinado a esse processo. A Figura 4.8 mostra a relação linear e positiva entre massa do bocado e tempo por bocado. Nesse caso, o valor da intercepta deste gráfico, aproximadamente 1, refere-se ao tempo necessário à abertura e fechamento da boca do animal durante a formação de cada bocado, tempo este considerado como um “custo fixo” para o processo de apreensão de forragem. Já nas menores alturas do dossel, como a massa do bocado apresentou valores menores, os animais tentaram compensar a menor ingestão a partir do aumento no número de movimentos de apreensão (Prache e Peyraud, 2001), uma vez que a facilidade de apreensão da forragem e as exigências de mastigação foram reduzidas como resultado da menor massa ingerida em cada bocado.

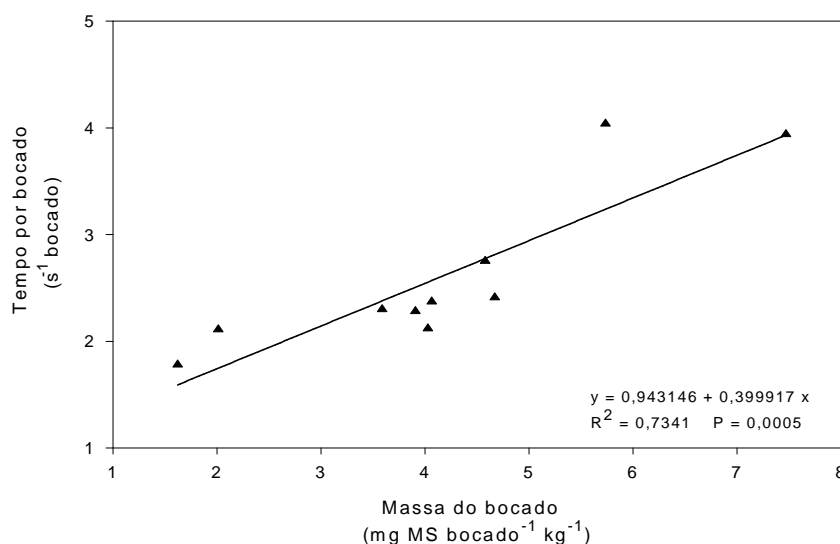


FIGURA 4.8 Relação entre a massa do bocado e o tempo por bocado de novilhas holandesas em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

Outro fator adicional que pode ter contribuído para o aumento no tempo de formação de cada bocado foi o aumento linear nos teores de FDN e FDA com o aumento na altura do dossel, o que deve ter dificultado a apreensão da forragem. A fibrosidade da forragem, passível de predição a partir de parâmetros como o FDN (Prache e Peyraud, 2001), pode

dificultar a ruptura dos tecidos vegetais (Van Vuuren, 1994) além de aumentar o tempo requerido para mastigação da forragem (Illius *et al.*, 1995), interferindo no tempo final de formação de cada bocado. Segundo Prache e Peyraud (2001), a apreensibilidade da forragem pode apresentar comportamento semelhante ao de sua digestibilidade, diminuindo com a idade da planta e/ou com a profundidade do relvado (Tharmaraj *et al.*, 2003). No entanto, na opinião desses autores, a relação custo:benefício, relacionada à apreensão de forragem é sempre positiva, de maneira que o processo de apreensão não parece ser limitado pelo custo energético envolvido nessa atividade.

O aumento na taxa de bocados e/ou no tempo de pastejo, com objetivo de compensar a reduzida massa do bocado em condições de pastejo e oferta restrita (dosséis baixos) é amplamente descrito na literatura (Arnold, 1987; Hodgson, 1990; Carvalho *et al.*, 2001a), fazendo parte das estratégias de forrageamento dos animais (Gordon e Illius, 1992). No entanto, essa estratégia pode não ser suficiente, levando à redução na ingestão de forragem, devido ao fato de que a flexibilidade do animal em aumentar o tempo de alimentação cessa à medida que o animal executa, ao longo do dia, diferentes atividades como ruminação, descanso e atividades sociais (Carvalho *et al.*, 2001b), às quais também são prioritárias.

Em condições de clima temperado, os modelos de predição de ingestão consideram constante o tempo de apreensão da forragem pelos animais (Carvalho *et al.*, 2001 b). Porém, como mostram os resultados obtidos neste experimento e também por aqueles verificados por Carvalho *et al.* (2001 a) em condições tropicais, o tempo de formação dos bocados é variável e sofre influência marcante da estrutura do dossel forrageiro.

4.3.2.2 Massa de forragem total consumida e taxa de ingestão

A baixa densidade volumétrica da forragem, nos estratos superiores do dossel (Figura 4.3) não limitou a massa do bocado, uma vez que esta aumentou linearmente com o aumento da altura do dossel, sendo que padrão análogo de resposta foi descrito por Stobbs (1973a,b). Apesar disso, a massa de forragem total consumida e a taxa de ingestão apresentaram comportamento quadrático, com os valores tornando-se praticamente estáveis nas maiores alturas de dossel estudadas (Figuras 4.9 e 4.10).

Os valores observados para taxa de ingestão variaram entre 7,5 e 17,0 g de massa seca por minuto por animal, entre a menor e a maior altura do dossel, inferiores àqueles de Damasceno *et al.* (2003 a), que reportaram valores entre 19,0 e 38,0 g de massa seca por

minuto para novilhos em pastagem de capim Tanzânia. A estabilização da massa de forragem total consumida e da taxa de ingestão nas maiores alturas do dossel pode ser explicada pelo acréscimo proporcionalmente maior no tempo necessário à formação de cada bocado, comparativamente ao acréscimo observado para a massa do bocado.

Assim, com o incremento na altura do dossel, mais especificamente entre as alturas de 120 e 140 cm, o tempo de formação dos bocados aumentou 66,9% e a massa do bocado 51,2%, levando à redução significativa na taxa de bocados e limitando a taxa de ingestão, indicando, inclusive, um possível decréscimo no consumo na situação extrema do tratamento 140 cm. Esse fato aponta para uma eficiência crescente de captura da forragem com o aumento na altura do dossel até a condição de 100 cm, quando se estabiliza e passa a decrescer com aumentos sucessivos em altura do dossel (Figura 4.11).

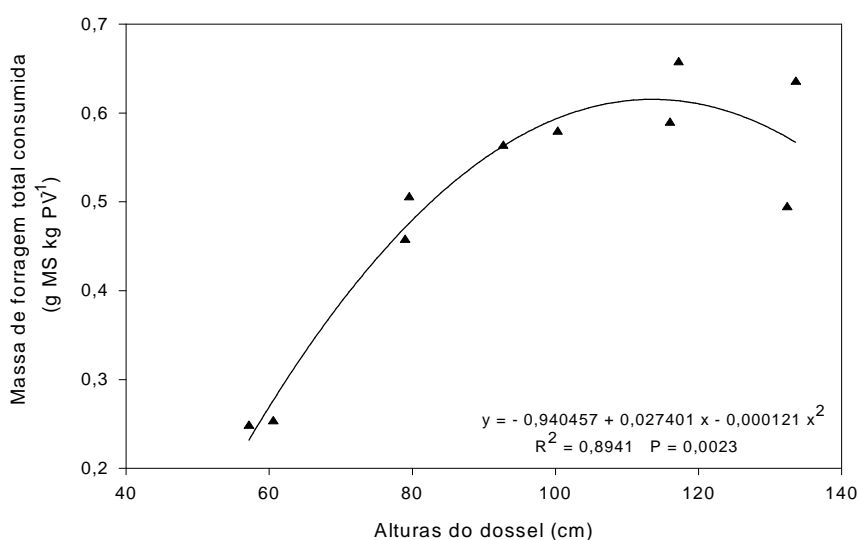


FIGURA 4.9 – Relação entre a altura do dossel e a massa de forragem total consumida (g de MS.kg de PV⁻¹) por novilhas leiteiras, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

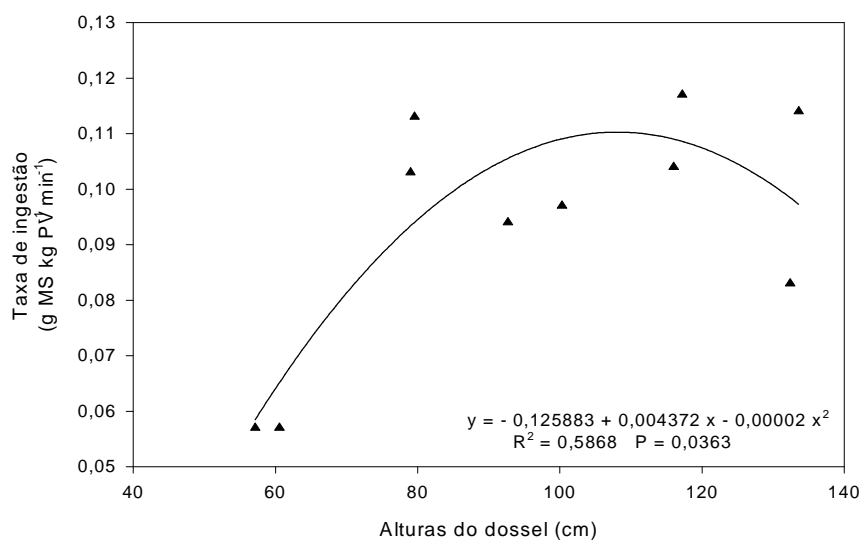


FIGURA 4.10 – Relação entre a altura do dossel e a taxa de ingestão de forragem (g de MS.kg de PV⁻¹.min⁻¹) de novilhas leiteiras, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

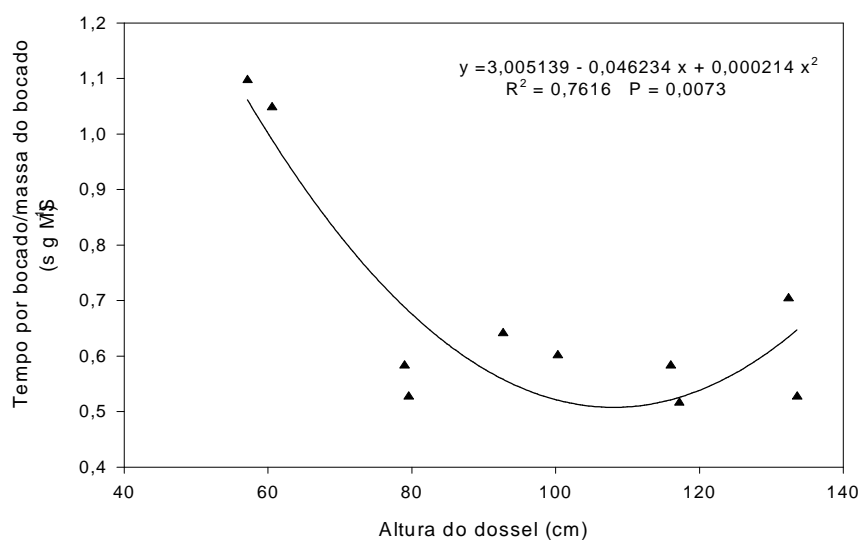


FIGURA 4.11 – Relação entre o tempo por bocado e a massa do bocado em função da altura do dossel, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

Padrão semelhante de resposta foi reportado por Carvalho *et al.* (2001 a), que observaram redução na taxa de consumo de ovinos, em função do maior tempo necessário à formação do bocado, consequência da disposição esparsa das folhas do capim Tanzânia, nos estratos mais elevados do dossel. Peyraud *et al.* (1995), trabalhando com ofertas de forragem, verificaram estabilização da taxa de bocados e da taxa de ingestão como resultado da necessidade de manipulação excessivamente longa da forragem, nas condições avaliadas.

Nesse contexto, mesmo que os aumentos em tempo para a formação de bocados sejam ínfimos, o elevado número de bocados efetuados ao longo do dia pode acarretar em um tempo de pastejo excessivamente longo (Carvalho *et al.*, 2001 b, Tharmaraj *et al.*, 2003), o que pode ser prejudicial aos animais, uma vez que existem outras atividades igualmente essenciais e que podem ter seu tempo significativamente reduzido.

Como os testes de pastejo aplicados foram de curta duração, resultado das características específicas da hipótese estudada, não foi possível avaliar se os animais aumentaram o tempo destinado ao pastejo ao longo do dia visando suplantarmos a menor ingestão de forragem durante o período de aplicação dos testes, nas maiores alturas de dossel estudadas. Tal extrapolação é difícil pois, segundo Prache *et al.* (1998), as estratégias alimentares dos animais utilizadas em curto prazo podem não ser passíveis de previsão, quando se considera os aspectos do comportamento ingestivo em longo prazo, situação em que a complexidade dos fatores envolvidos é maior. Ao se integrar os efeitos dos processos ingestivos e digestivos, o tempo de pastejo caracteriza-se por ser uma variável particularmente complexa e de difícil entendimento, como já havia reportado Carvalho (1997) ao classificá-la como a “caixa preta” do processo de pastejo, justificando a necessidade de pesquisa e elucidação dos mecanismos que operam sobre essa variável.

Os resultados verificados neste estudo estão de acordo com aqueles de Ungar (1996) e Hodgson *et al.* (1994), os quais sugerem que o número de movimentos de manipulação está mais relacionado à estrutura do dossel do que à massa do bocado. No entanto, o que os resultados obtidos em pastagens de clima temperado não evidenciam, provavelmente pela limitada amplitude de variação estudada para essa característica, é a magnitude do impacto que a estrutura do dossel pode ter sobre o processo de ingestão. A possibilidade de haver restrição ao consumo em elevadas ofertas de forragem por processos não associados à composição química da forragem traz novos e importantes elementos de raciocínio para manejo de pastagens tropicais, com evidentes implicações a sistemas de pastejo orientados para máximo acúmulo de forragem. Por exemplo, o uso de pastejo rotacionado em situações de elevado período de descanso e/ou uso de fertilizantes

pode produzir, freqüentemente, estruturas que nem priorizam a interceptação de radiação e conseqüente acúmulo líquido de lâminas foliares (Carnevalli, 2003), e que tampouco priorizam a captura da forragem pelo animal em pastejo, como demonstrado neste trabalho. Na medida em que a grande maioria dos sistemas de produção em nosso país não comercializa forragem, mas sim produto animal, o manejo do pastejo deve visar o oferecimento de forragem numa estrutura conveniente à otimização do processo de sua captura pelo pastejo, e não focar simplesmente a produção de forragem em si, como se tem visto com lastimável constância.

4.4 CONCLUSÕES

O comportamento ingestivo de animais em pastejo é sensível a variações em estrutura do dossel forrageiro.

Quanto maior a altura do dossel, maior é a massa ingerida em cada bocado. No sentido inverso, visando compensar a menor massa consumida em cada bocado, em condições de reduzida oferta de forragem, os animais aumentam a taxa de bocados, comportamento permitido pelo menor tempo necessário à formação dos mesmos;

Em situações de alturas elevadas de dossel, onde as lâminas foliares são longas e esparsas e a massa ingerida em cada bocado é elevada, o longo tempo de formação dos bocados e a elevada massa de forragem a ser processada reduzem a taxa de bocados;

Nas maiores alturas do dossel, apesar da elevada massa ingerida em cada bocado, a taxa de ingestão dos animais se estabiliza, reflexo da importante redução na taxa de bocados, reduzindo a eficiência do processo de pastejo;

Os resultados apontam para a necessidade de se pensar o manejo da pastejo como a construção de ambientes pastoris mais adequados à otimização do processo ingestivo.

Nas condições avaliadas, a taxa de ingestão de novilhas leiteiras é otimizada a uma altura de 109,3 cm em pastagens de capim Mombaça.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. Washington, 1984. 1141 p.

ARNOLD, G.W. Grazing behaviour. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed Grassland Analytical Studies**, 1987, p. 129-135.

BARRETT, P.D.; MCGILLOWAY, D.A.; LAIDLAW, A.S.; MAYNE, C.S. The effect of sward structure as influenced by ryegrass genotype on bite dimensions and short term intake rate by dairy cows. **Grass and Forage Science**, v. 58, p.2-11, 2003.

BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **Hill Farming Research Organization/Biennial Report**. 1985, p. 29-30.

BURNS, J.C.; LIPPKE, H.; FISHER, D.S. The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses in grazing experiments. In: MARTEN, G.C. (Ed.) **Grazing Research: Design, Methodology and Analysis**. CSSA, Madison, Wisconsin, 1989. p. 7-20.

CANGIANO, C.A.; GALLI, J.R.; PECE, M.A.; DICHIO, L.; ROZSYPALEK, S.H. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.53, p.541-549, 2002

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de Capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. Piracicaba, 2003, 136 p. Tese (Doutorado Agronomia, Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 2., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.25-52.

CARVALHO, P.C.F.; MARÇAL, G.K.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE, J.K.; OLIVEIRA, J.O R.; NABINGER, C.; MORAES, A. Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. In: XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001a, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001a, p.265-268.

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. (Ed.) **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**, Piracicaba: FEALQ, 2001b. p.853-871.

CARVALHO, P.C.F.; SILVEIRA, E.O.; PONTES, L.S.; POLI, C.H.E.C.; SOARES, A.B.; RIBEIRO FILHO, H.M.M. The effect of sward surface height on sheep grazing activities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001c, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, 2001c, CD ROM.

CASTRO, C.R.C. **Relações planta-animal em pastagem de milheto (*Pennisetum clandestinum* (L.) Leeke) manejadas em diferentes alturas com ovinos**. Porto Alegre, 2002, 200 p. Dissertação (Mestrado Zootecnia, Plantas Forrageiras), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CHACON, E.; STOBBS, T.H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.27, p.709-727, 1976.

DAMASCENO, J.C.; REGO, F.L.A.; CORTES, C.; FUKUMOTO, N.M.; SANTOS, G.T.; BRANCO, A.F. Pasture intake rate by steers in response to sward structure. In: WORLD

CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., 2003, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre, 2003 a, p. 120.

DAMASCENO, J.C.; REGO, F.L.A.; FROHMUT, K.R.; ROEHSIG, L.; CORTES, C.; CECATO, U. Bite characteristics in response to intake rate by steers and sward structure in *Panicum maximum* (Tanzânia grass), *Brachiaria brizantha* and *Arachis pinto* pastures. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., 2003, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre, 2003 b, p. 120.

DEMMENT, M.W.; LACA, E.A The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 7, 1993, Edmonton. **Proceedings...** Edmonton, 1993, p. 439-460.

DURU, M.; DUCROCQ, H.; BOSSUET, L. Herbage volume per animal: a tool for rotational grazing management. **Journal of Range Management**, v. 53(4), p. 395-402, 2000.

GORDON, I.J.; ILLIUS, A.W. Foraging strategies: from monocultures to mosaics. In: SPEEDY, A.W. (Ed.) **Progress in Sheep and Goat Research**. Wallingford: CAB International, 1992, p. 153-178.

GORDON e LASCANO. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grasslands: potential and constraints. In: XVII INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993, p. 681-690.

GRIFFITHS, W.M. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Patch selection. **Grass and Forage Science**, v.58, p.112-124, 2003.

HODGSON, J. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: HACKER, J.B.(Ed.) **NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES**, 1982, St Lucia. **Proceedings...** St Lucia, 1982, p.153-166.

HODGSON, J. **Grazing Management: Science into Practice**. Longman Group, 1990, 200 p.

HODGSON, J.; CLARK, D.A; MITCHELL, R.J. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G.C. *et al.* (Ed.) **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. National Conference on Forage Quality, Lincoln: American Society of Agronomy. 1994, p. 796-827.

HOLMES, C.W.; WILSON, G.F. **Milk Production from Pastures**. Butterworths of New Zealand. 319 p. 1984.

ILLIUS, A W., GORDON, I. J. The physiological ecology of mammalian herbivory. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 6., **Proceedings...** 1999, p. 407-423.

LACA, E., DEMMENT, M.W. Herbivory: the dilemma of foraging in spatially heterogeneous food environment. In: PALO, R.T., ROBINS C.T. (Ed.) **Plant Defenses Against Mammalian Herbivores**. Boca Raton, 1991. p.29-44.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIER, G. (Ed.) **Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops**. Springer Verlag Berlin Heidelberg. 1997, p. 3-43.

MAAK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Pinhais: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350 p.

MILFORD, R., MINSON, D.J. Intake of tropical pastures species. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 9., 1965, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 1966, p. 815-822.

MILNE, J.A. Diet selection by grazing animals. In: NUTRITION SOCIETY, 50, 1991. **Proceedings...** 1991, p.77-85.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. n: PEDREIRA, C.G.S.e DA SILVA, S.C. (Ed.) **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**, Piracicaba: FEALQ, 2001. p.755-771.

PENNING, P.D. Some effects of sward conditions on grazing behaviour and intake by sheep. In: GUNDMUNDSSON, O. (Ed.) **Grazing Research at Northern Latitudes, Proceedings...**, NATO Advanced Research Workshop, Hvanneyri, Iceland, v. 40, p. 79-84, 1986

PENNING, P.D.; HOOPER, G.E. N. A evaluation of the use of short-term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. **Grass and Forage Science**, v.40, p.79-84, 1985.

PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.46, p. 15-28, 1991.

PEYRAUD, J.L.; DELAGARDE, R.; DELABY, L. Influence des conditions d'exploitation du pâturage et des caractéristiques animales sur les quantités ingérées par les vaches laitières: analyse et prédiction. **Rencontres Recherches Ruminantes.**, v.2, p. 37-44, 1995

PRACHE, S.; GORDON, I. J., ROOK, A.J. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. **Annales de Zootechnie**, v.48, p. 1-11, 1998

PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Foraging: behaviour and intake in temperate cultivated grassland. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, 2001, p. 309-319

QUADROS, D.G.; RODRIGUES, L.R.A.; FAVORETO, V.; MALHEIROS, E.B.; RAMOS, A.K.B. Perdas de forragem em pastagens dos cvs. Tanzânia e Mombaça de *Panicum maximum* Jacq. adubadas com quatro doses de N, P e K. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001, p. 294.

SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Piracicaba, 2003, 75 p. Dissertação (Mestrado Agronomia, Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

SILVA, A.C.F.; QUADROS, F.L.F.; TREVISAN, N.B.; BANDINELLI, D.G.; MARTINS, C.E.N.; SIMÕES, L.F.C.; BRUM, M.S. Comportamento ingestivo e taxa de bocados de terneiros de corte em pastagem de estação fria sob diferentes níveis de biomassa de lâmina foliar verde. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2003, CD-ROM.

STOBBS, T.H. The effects of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, p. 809-819, 1973a

STOBBS, T.H. The effects of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, p. 821-829, 1973b

THARMARAJ, J., WALES, W.J.; CHAPMAN, D.F.; EGAN, A.R. Defoliation pattern, foraging behaviour and diet selection by lactating dairy cows in response to sward height and herbage allowance of a rye-grass dominated pasture. **Grass and Forage Science**, v. 98, p. 225-238, 2003.

UNGAR, E.D. Ingestive behaviour. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. (Ed.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**. 1996, p.185-218.

VAN VUUREN, A.M. Aspects of forage intake regulation. In: t'Mannetje, L. (Ed.) XV General Meeting of the European Grassland Federation. 1994, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen, 1994, p. 556-565.

CAPÍTULO 5 - PADRÕES DE DESLOCAMENTO E PROCURA POR FORRAGEM DE NOVILHAS LEITEIRAS PASTEJANDO CAPIM MOMBAÇA

RESUMO – Com o objetivo de avaliar as estratégias alimentares de bovinos em pastejo, quatro novilhas da raça Holandês Preto e Branco foram submetidas a cinco alturas/estruturas de dossel de capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), alocadas às unidades experimentais segundo um delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições, durante os meses de fevereiro a abril de 2002. Os animais experimentais foram avaliados por meio de testes de pastejo de quarenta e cinco minutos de duração, durante os quais foram determinados os seguintes parâmetros: número de bocados, número de estações alimentares, número de passos e tempo de alimentação, utilizando-se cronômetros e contadores. Foram calculados o número de estações alimentares por minuto, número de passos entre estações alimentares, número total de passos, número de passos por minuto, número de bocados por estação alimentar e taxa de utilização da área. O número de estações alimentares diminuiu de forma quadrática ($y = 16,3199 - 0,2424 x + 0,000996 x^2$, $R^2 = 0,9328$, $P = 0,0031$) com o aumento da altura do dossel, resultado da maior disponibilidade de forragem que pode não ter incentivado os animais a procurar melhores sítios de pastejo. O número de passos entre estações alimentares aumentou com a altura do dossel ($y = 0,7247 + 0,01603 x$, $R^2 = 0,6172$, $P = 0,0043$), o que permitiu melhor exploração do ambiente como um todo. Assim, quando a massa de forragem aumentou, os animais reduziram as distâncias totais percorridas ($y = 513,998287 - 2,659875x$, $R^2 = 0,728076$, $P = 0,0016$), a taxa média de deslocamento ($y = 11,567445 - 0,058396 x$, $R^2 = 0,724633$, $P = 0,0013$) e, conseqüentemente, a intensidade de utilização da área ($y = 9,533139 - 0,051351x$, $R^2 = 0,7708$, $P = 0,0005$), uma vez que as condições vigentes lhes garantiam elevado consumo de forragem. Diante dessas considerações, concluiu-se que os animais ajustam seus padrões de deslocamento e procura de forragem, em resposta a estrutura do dossel forrageiro, com o objetivo de aumentar sua eficiência ingestiva.

Palavras-chave – **exploração da área, estratégias de pastejo, estrutura da pastagem, novilhas holandesas, *Panicum maximum*.**

ABSTRACT – To evaluate grazing strategies of cattle on pastures, four Holstein heifers were submitted to five heights/structures of Mombaça grass (*Panicum maximum* Jacq.), allocated to a completely randomized design, with two replications, between February and April, 2002. The experimental animals were evaluated during 45 minutes tests, when number of bites, number of feeding stations, number of steps and feeding time were measured, using chronometers and counters. Feeding stations per minute, steps per feeding station, total steps, steps by minute and area utilization rate were calculated. The number of feeding stations per minute decreased quadratically ($y = 16.3199 - 0.2424 x + 0.000996 x^2$, $R^2 = 0.9328$, $P = 0.0031$), from low to tall sward, as a result of the greater available mass present in the highest heights, condition that could not motivated the animals to look for another feeding stations although walking longer between them ($y = 0.7247 + 0.01603 x$, $R^2 = 0.6172$, $P = 0.0043$), resulting in a better exploration of the environment as a whole. With the increasing in available forage dry matter, the animals reduced total number of steps ($y = 513.998287 - 2.659875x$, $R^2 = 0.728076$, $P = 0.0016$), steps by minute ($y = 11.567445 - 0.058396 x$, $R^2 = 0.724633$, $P = 0.0013$) and, consequently, the intensity of area utilization ($y = 9.533139 - 0.051351x$, $R^2 = 0.7708$, $P = 0.0005$), as the greater available forage mass assured high forage intake. In these conditions, the animals showed adaptative feeding strategies to different pasture structures, in a attempt to improve their ingestive efficiency.

Key-words – grazing strategies, Holstein heifers, *Panium maximum*, pasture structure

5.1 INTRODUÇÃO –

O pastejo é um processo de elevada complexidade, envolvendo características do herbívoro e do alimento presente em seu ambiente (Prache et al., 1998). Nesse sentido, habilidades cognitivas dos animais, relacionadas à percepção, discriminação, aprendizado e memória, são importantes na adaptação dos animais ao seu ambiente alimentar (Roguet et al., 1998) e no desenvolvimento de suas estratégias de forrageamento (Gordon e Lascano, 1993). Mesmo em sistemas mais intensivos de produção, onde os animais têm oportunidade limitada de utilização dessas estratégias, os mesmos se deparam com decisões de curto prazo (Griffiths et al., 2003a) relativas à escolha do local onde pastejar e onde efetuar um simples bocado em uma estação alimentar.

Considerando-se a estação alimentar como referencial de avaliação, o comportamento dos animais em pastejo pode ser resumido em tempo de procura e de movimentação entre estações alimentares, profundidade, área e taxa de bocados na estação alimentar (Griffiths et al., 2003b) e tempo de permanência nas estações alimentares (Stuth, 1991), sendo que a questão fundamental, nessa escala de observação, é entender as possíveis regras que regulam a utilização e o abandono de uma dada estação alimentar (Carvalho, 1997).

O processo de procura por forragem determina a taxa de encontro do animal com o alimento influenciando, portanto, sua percepção quanto à qualidade e disponibilidade do alimento no ambiente como um todo (Spalinger et al., 1988; Ungar, 1996), fornecendo subsídios quanto ao número e qualidade dos bocados potenciais ali presentes (Carvalho et al., 2000).

As estratégias dos animais, desenvolvidas com o objetivo de melhor monitorar os recursos disponíveis, consistem em uma avaliação do ambiente, estabelecendo referências qualitativas e quantitativas do mesmo, por meio da visão e de constantes amostragens do ambiente ao seu redor (Milne, 1991). Avaliações preliminares são conduzidas pelos animais, a partir dos primeiros bocados, mais superficiais (Griffiths et al., 2003b), o que sugere a existência de bocados de amostragem e bocados efetivos de pastejo.

Assim, ao escolher uma dada estação alimentar, o animal ali permanece até que o consumo de nutrientes diminua abaixo de uma média pré-estabelecida para o ambiente como um todo. A partir daí, o animal passa a deslocar-se em busca de novos locais que lhe garantam um melhor consumo de nutrientes (Charnov, 1976). Portanto, o tempo de permanência dos animais nas estações alimentares torna-se função da riqueza em nutrientes das mesmas (Bailey et al., 1996), da percepção da existência de outros locais com melhores oportunidades de ingestão (Baumont et al., 1998; Prache e Peyraud, 2001),

da frequência de distribuição de sítios de sub e super utilização da forragem em oferta (Quadros *et al.*, 2003) e da distância até a próxima estação alimentar (O'Reagain e Schwartz, 1995).

Os objetivos deste estudo foram avaliar de que maneira a estrutura do dossel de pastos de capim Mombaça pode influenciar a estratégia de pastejo dos animais, com respeito a seus padrões de deslocamento e procura por forragem.

5.2 METODOLOGIA

O local de desenvolvimento deste estudo foi a Fazenda Experimental do Cangüiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná, localizada em Pinhais, PR. O clima da região é classificado como temperado do tipo Cfb (Maak, 1968).

Os animais experimentais, quatro novilhas da raça Holandês Preto e Branco, com peso médio de 152 kg e portando coletores de fezes e urina, foram acompanhados por mais três animais da mesma raça e porte, visando proporcionar efeito de grupo (Arnold, 1987), durante os testes de pastejo realizados. Os valores obtidos para cada uma das variáveis estudadas constituíram-se da média dos valores observados apenas com os quatro animais experimentais.

Os tratamentos consistiram de cinco alturas de dossel em uma pastagem de capim Mombaça (*Panicum maximum* (L.) Jacq.), as quais corresponderam a 60, 80, 100, 120 e 140 cm, correspondendo a dez testes de pastejo realizados durante o período de 12.02.02 a 14.04.02 com duas repetições. Foram utilizados oito piquetes de 540 m², sendo que os piquetes referentes ao tratamento de altura 120 cm, por razões associadas ao baixo impacto dos testes de pastejo no mesmo, também serviu ao tratamento 140 cm.

Em cada dia de avaliação foram efetuados os procedimentos de caracterização da estrutura do dossel e os testes de pastejo, durante os quais foram coletados os dados relacionados ao padrão de deslocamento dos animais.

5.2.1 Caracterização da estrutura do dossel forrageiro

A altura do dossel forrageiro foi medida antes e após os testes de pastejo, utilizando-se de um *sward stick*, haste graduada até uma altura de 1,50 m, na qual se acoplou, perpendicularmente, um suporte acrílico. O deslocamento descendente do suporte até o

encontro da primeira folha do dossel forneceu a leitura de altura que foi registrada, tendo sido efetuadas 75 leituras em cada unidade experimental (piquete). Para a aferição da altura requerida com vistas ao início das avaliações, trabalhou-se com variação máxima permitida de 5 % entre a altura medida com o *sward stick* e a altura proposta para cada tratamento.

Para quantificação da massa de forragem e de lâminas foliares, foram coletadas cinco amostras da biomassa vegetal aérea por repetição, sendo as mesmas pesadas, separadas nas frações lâminas foliares, colmos mais bainhas e material senescente e, em seguida, colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até peso constante. Após secagem, as amostras foram pesadas para obtenção da massa de cada componente, expressa em kg de MS.ha⁻¹. A massa de forragem foi estimada a partir da média das cinco amostragens. O mesmo procedimento foi efetuado para determinação da massa de colmos mais bainhas e de lâminas foliares.

Os resultados obtidos para a massa de forragem, de colmos mais bainhas e de lâminas foliares foram utilizados para o cálculo de suas respectivas densidades volumétricas, expressas em kg de MS.m⁻³.

Para realizar a estimativa da taxa de utilização da área, foram marcados 100 perfilhos de forma aleatória em cada repetição, distribuídos em cinco transectas, utilizando-se fio colorido de telefone. Antes e depois dos testes de pastejo, foram realizadas medições do comprimento das lâminas foliares desses perfilhos com o objetivo de quantificar a frequência de pastejo dos mesmos. A estimativa da taxa de utilização da área pelos animais (TUA) foi calculada conforme modelo proposto por Wade (1991), qual seja, $TUA = AP \times f \times t^{-1}$ onde, AP corresponde à área do piquete, f à frequência de perfilhos pastejados e t ao período de duração dos testes de pastejo (t), sendo essa variável expressa em m². min⁻¹.

5.2.2 Testes de pastejo

Baseado em metodologia adaptada de Penning e Hooper (1985), foram conduzidos os testes de pastejo, divididos em duas sessões, cuja seqüência é descrita a seguir. Após seis horas de jejum de sólidos e líquidos, no início da manhã, os animais experimentais foram divididos em duas duplas e encaminhados à área experimental junto com os três animais acompanhantes, de maneira que a primeira dupla (animais A e B) permaneceu amarrada próximo aos piquetes, impossibilitada de consumir água e alimentos.

Enquanto isso, a segunda dupla (animais C e D) foi avaliada na primeira sessão de pastejo, com duração de 45 minutos, sendo monitorada por quatro avaliadores que

trabalharam em duplas, cada qual avaliando um dos dois animais, por meio da contagem do número de estações alimentares escolhidas, do número de passos dados pelos animais durante o período do teste, do número de bocados e do tempo de alimentação, utilizando contadores e cronômetros. Uma estação alimentar é definida como o semi-círculo hipotético disponível em frente ao animal que pode ser alcançado sem que seja necessário mover as pastas dianteiras (Ruyle e Dwyer, 1985). Os passos foram contados utilizando-se como critério a movimentação das patas dianteiras e, no tocante à avaliação do tempo de alimentação, o mesmo referiu-se ao período efetivo de captura da forragem (Gibb, 1998), não sendo computados os períodos de deslocamento e procura pois, quando o animal efetuou deslocamento por um período maior que seis segundos, sem ingestão de forragem, os cronômetros foram desligados.

Ao final dos 45 minutos, as duplas de animais foram trocadas, isto é, os animais A e B foram ao piquete para serem avaliados, conforme os mesmos procedimentos da primeira sessão de pastejo e os animais C e D ficaram, desta vez, amarrados próximos ao piquete. Ao final dos 45 minutos, os animais foram liberados às áreas adicionais, constituintes de pastagem da mesma espécie forrageira.

5.2.3 Delineamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e duas repetições, totalizando dez testes de pastejo, e os dados obtidos, analisados a partir de regressões polinomiais de primeiro e segundo graus, utilizando o aplicativo STATGRAPHICS. As comparações de médias foram feitas pelo teste de Duncan, com nível de significância de 5%. O conjunto completo de dados utilizados nas análises de regressão e as análises da variância efetuadas para os testes de médias são apresentados nos Anexos.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Caracterização da estrutura do dossel forrageiro

As alturas efetivas do dossel apresentaram diferença entre os tratamentos, garantindo a independência dos mesmos quanto às variáveis avaliadas (Tabela 5.1).

TABELA 5.1 – Alturas efetivas do dossel na entrada e saída dos animais da pastagem, oferta de forragem, densidade volumétrica de forragem, de colmos mais bainhas e de lâminas foliares e massa de forragem e de lâminas foliares do capim Mombaça, referentes aos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140 cm de altura, Pinhais, 2002

Características estruturais do dossel	Alturas do dossel					CV
	(cm)					(%)
	60	80	100	120	140	
Alturas de entrada (1)	58,9e	79,3d	96,5c	116,6b	133,0a	2,5
Alturas de saída (2)	42,7d	59,6c	96,4b	105,3ab	114,1a	4,8
Oferta de forragem (3)	237d	293c	334b	410a	431a	3,4
Oferta de forragem (4)	59,4b	66,8ab	76,6ab	89,0ab	104,4a	14,4
Oferta de lâminas (5)	9,9c	21,1bc	28,8b	35,7ab	46,5a	20,3
Densidade (6)	1,26a	1,14a	1,10a	1,09a	1,22a	15,8
Densidade de colmos (7)	0,45a	0,34a	0,33a	0,41a	0,41a	25,2
Densidade de lâminas (8)	0,21b	0,36ab	0,43a	0,44a	0,54a	19,0
Massa de forragem (9)	7569c	9130bc	11063bc	13126ab	17247a	13,2
Massa de lâminas (10)	1399d	2911cd	4114bc	5328b	7678a	17,1

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

(1) e (2) = cm; (3) = m^3UA^{-1} ; (4) e (5) = kg de MS.100 kg de PV⁻¹; (6), (7) e (8) = kg de MS.m⁻³; (9) e (10) = kg de MS.ha⁻¹

Os piquetes foram dimensionados de forma que as alturas de entrada e saída dos animais não diferissem, o que poderia caracterizar um fator de variação para as características avaliadas. No entanto, para os tratamentos 60 e 80 cm, a diferença esteve em torno de 25%. Porém, quando consideradas as ofertas de forragem, verificamos que estas foram superiores a 300 m^3UA^{-1} , a partir da altura de 80 cm. Segundo Duru *et al.* (2000), a amplitude ideal para essa variável seria de 300 a 600 m^3UA^{-1} durante o ciclo de pastejo em sistemas rotativos conduzidos adequadamente. Quando expressa em termos de porcentagem do peso vivo, verifica-se que a oferta de forragem excedeu ao recomendado por Hodgson e Brookes (1999) que apontaram que o desempenho animal seria otimizado com ofertas de 10% a 12% do peso vivo. Na amplitude de valores encontrada neste experimento fica claro que não houve, portanto, limitação à ingestão de forragem.

Não foram observadas diferenças quanto às densidades volumétricas de forragem e de colmos mais bainhas do capim Mombaça, provavelmente devido ao efeito de diluição da massa de forragem produzida, ao longo dos estratos do dossel. No tocante à densidade volumétrica de lâminas foliares, a mesma aumentou, a partir da altura de 100 cm,

estabilizando-se a seguir (Tabela 5.1). Os resultados encontrados para as densidades volumétricas de forragem e de lâminas foliares assemelham-se aos de Martinichen (2002) que encontrou valores entre 0,96 a 1,10 e entre 0,39 a 0,48, respectivamente.

Com exceção da altura de 60 cm, a densidade volumétrica de lâminas foliares foi superior aos valores observados para a densidade volumétrica de colmos mais bainhas, apesar das plantas já se encontrarem em início de florescimento (Tabela 5.1), condição verificada também por Gomes (2001), avaliando estratégias variáveis de pastejo rotacionado em capim Mombaça.

A massa de forragem e de lâminas foliares aumentou com a altura do dossel. Martinichen (2002), avaliando duas alturas de pastejo em capim Mombaça, verificou valores entre 4800 a 7000 kg de massa seca de lâminas foliares e entre 8700 e 11650 kg de massa de forragem por hectare. No entanto, Uebele (2002), avaliando combinações entre intensidade e frequência de desfolhação em capim Mombaça, registrou valores entre 4700 a 8200 kg de massa de forragem por hectare, inferiores aos resultados acima descritos.

5.3.2 Padrões de deslocamento e procura por forragem dos animais

Como resposta dos animais aos tratamentos, observou-se que os mesmos passaram a estabelecer um menor número de estações alimentares por minuto, com o aumento em altura do dossel, valores esses que variaram de 5,6 a 1,5 estações alimentares por minuto da menor para a maior altura (Figura 5.1). Tal comportamento dos animais pode ser explicado pela maior massa de forragem existente nas maiores alturas de dossel, condição que, segundo Prache e Peyraud (2001), pode não motivá-los a trocar de estação alimentar, o que ocorreria se houvesse diminuição na massa de forragem e/ou a percepção de melhores oportunidades de consumo em outros locais (Charnov, 1976).

Paralelamente à redução no número de estações alimentares por minuto, com o aumento na altura do dossel, houve aumento linear no número de passos entre as estações alimentares visitadas (Figura 5.2), com os valores variando de 1,6 a 2,9 passos. Esse comportamento está de acordo com as considerações feitas por Prache e Roguet (1996), segundo as quais, em condições de baixa disponibilidade de forragem, os animais caminham menos entre estações alimentares sucessivas, aumentando o número de estações alimentares visitadas.

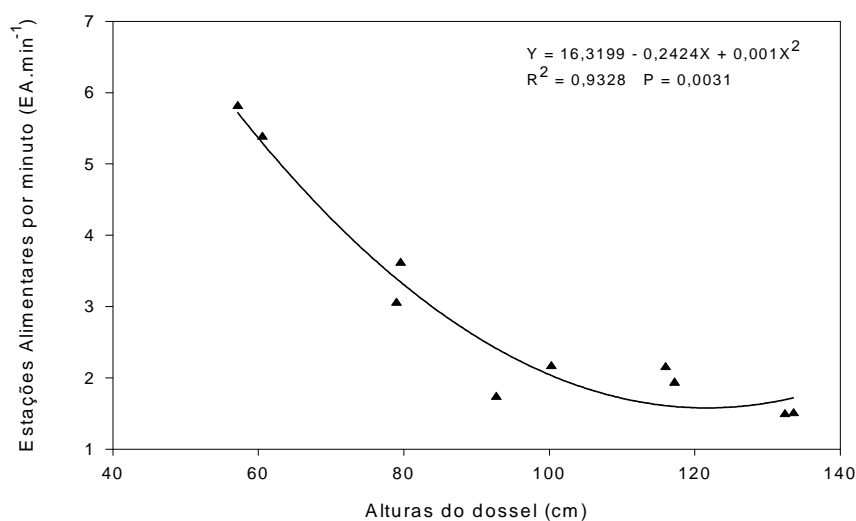


FIGURA 5.1 - Relação entre a altura do dossel e o número de estações alimentares por minuto visitadas por novilhas holandesas (EA min⁻¹), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

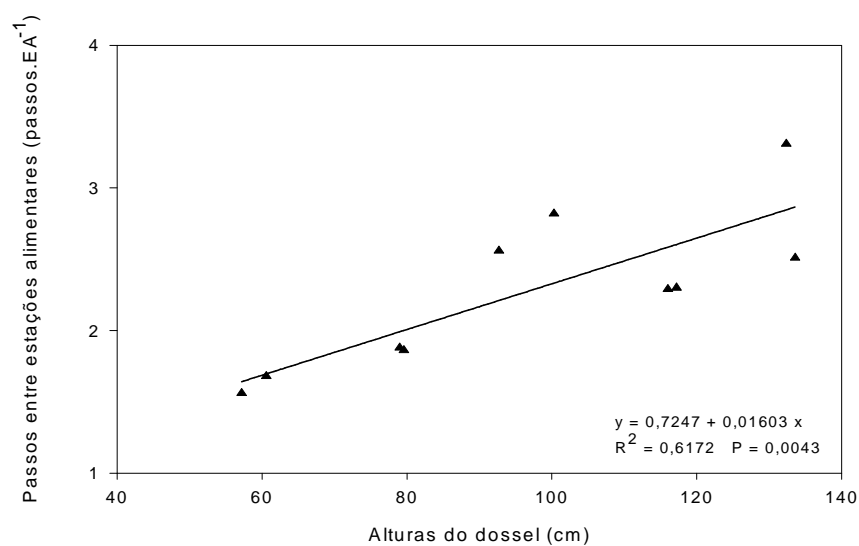


FIGURA 5.2 – Relação entre a altura do dossel e o número de passos entre estações alimentares de novilhas holandesas, referentes às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

O provável aumento da distância percorrida pelos animais entre estações alimentares, nas maiores alturas de dossel, caracterizada pelo maior número de passos efetuados entre as mesmas, pode ser justificado pelas elevadas massas de bocado realizadas em dosséis mais altos, conforme descrito por Carvalho (1997). Ao abandonar uma estação alimentar em direção a uma nova, é importante para o animal proceder à troca de forma eficiente. Nas maiores alturas, por terem a boca cheia de alimento, os animais podem deslocar-se por mais tempo, antes de eleger uma nova estação alimentar e reiniciar a ingestão de alimento. Isto é provável porque, nesses tratamentos, o último bocado de uma estação alimentar ainda apresenta massa elevada e o tempo correspondente de mastigação permite ao animal deslocar-se eficientemente enquanto mastiga. A consequência é que essa estratégia permite ao animal avaliar melhor o ambiente alimentar disponível, dispensando mais tempo para a procura de sítios de pastejo preferidos (Roguet *et al.*, 1998).

Esse mecanismo é, no entanto, controverso na literatura pois, conforme Trevisan *et al.* (2003) e Griffiths *et al.* (2003 a), mais do que a massa de forragem disponível, a distribuição das áreas de sub e super pastejo é que seria responsável pela distância entre as estações alimentares elegidas, e que a estrutura vertical, correspondendo ao que foi consumido dentro da estação de “cima para baixo”, determinaria o tempo que o animal permanece em cada estação alimentar.

Ainda com relação ao aproveitamento da estação alimentar pelo animal em pastejo, ao se relacionar o número de bocados com o número de estações alimentares, obteve-se uma relação quadrática (Figura 5.3), aumentando a partir das menores alturas de dossel até a altura de 100 cm e depois diminuindo. A fase ascendente do modelo, de 60 a 100 cm de altura, está de acordo com a relação teórica entre a riqueza da estação alimentar e sua intensidade de uso (Charnov, 1976). No entanto, a fase descendente, de 120 a 140 cm, faz vislumbrar a possibilidade de interferência da estrutura do dossel sobre o processo de pastejo. A utilização das estações alimentares se tornaria limitada em condições de dossel com forragem demasiadamente dispersa em função do maior tempo destinado à mastigação e manipulação da forragem (Carvalho *et al.*, 2001; Tharmaraj *et al.*, 2003), o que limitaria a apreensão de novos bocados (Carvalho *et al.*, 2001).

Nas condições avaliadas, a taxa de bocados por estação alimentar variou entre 6 e 10 bocados por estação alimentar, valores muito próximos aos 7 bocados por estação alimentar reportados por Wallis de Vries *et al.* (1998), que trabalharam em pastagens nativas com bovinos. Os dados obtidos também são semelhantes aos apresentados por Roguet *et al.* (1998), de 6 a 9 bocados por estação alimentar, com ovinos.

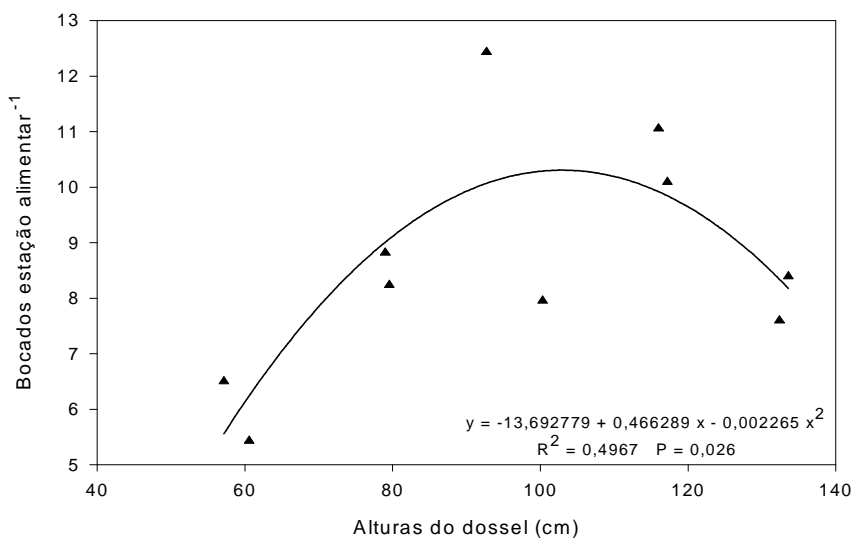


FIGURA 5.3 – Relação entre a altura do dossel e o número de bocados por estação alimentar (bocados.EA⁻¹), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

Apesar do aumento da distância percorrida entre estações alimentares com o incremento em altura do dossel, os animais passaram a apresentar menor deslocamento total durante os testes de pastejo (Figura 5.4), bem como velocidades de deslocamento decrescentes (Figura 5.5), consequência da maior massa de forragem existente em pastos mais altos, o que os induziu a permanecer mais tempo nas estações alimentares, pois, segundo Bailey *et al.* (1996), esse comportamento é função da riqueza em nutrientes mas, também, da massa de forragem presente nas estações alimentares. Nas menores alturas, portanto, os animais andam mais e a passos mais velozes. Essa mudança na estratégia de procura da forragem pelo animal, em situação de forragem limitante, provavelmente busca aumentar a taxa de encontro com bocados potenciais na pastagem (Carvalho *et al.*, 1999) com o intuito de manter níveis satisfatórios de consumo.

A avaliação conjunta das Figuras 5.2, 5.3, 5.5 e 5.6 indica que, a partir de 100 cm, o número de estações alimentares foi estabilizado mas a provável distância entre as mesmas continuou aumentando, por meio do incremento do número de passos entre estações alimentares. Se o número total de passos diminuiu com a altura do dossel (Figura 5.4), mesmo nas condições de pastos mais altos, os animais passaram a deslocar-se com velocidades superiores entre estações alimentares, permanecendo mais tempo em cada

uma delas. Essa constatação necessitaria de um experimento específico para comprová-la, uma vez que o tempo de alimentação medido neste trabalho compreendeu conjuntamente os processos de procura (tempo entre duas estações sucessivas) e apreensão (tempo de uso da estação alimentar), havendo necessidade de medi-los separadamente com vistas à comprovação definitiva. A alteração da velocidade e da direção de deslocamento é sugerida por Prache *et al.* (1998) como uma estratégia dos animais para aumentar as chances de encontro com sítios de pastejo preferidos durante as atividades relacionadas à procura por forragem.

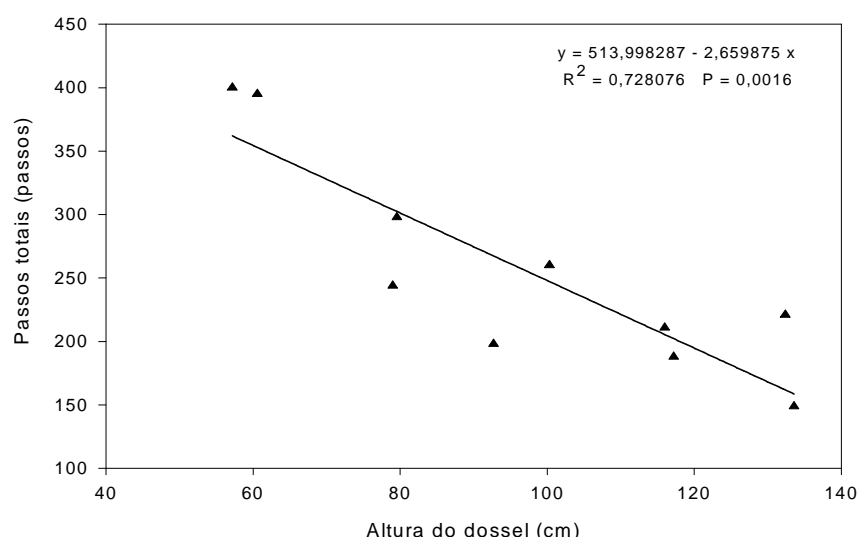


FIGURA 5.4 - Relação entre a altura do dossel e o número total de passos, referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm do capim Mombaça. Pinhais, 2002.

Como consequência dos resultados acima, houve redução da área utilizada por unidade de tempo com o aumento da altura do dossel (Figura 5.6) com os valores variando de 6,24 a 2,70 metros quadrados por minuto. Considerando-se a entrada das duas duplas de animais, somados os animais acompanhantes, foram utilizados dez animais, o que gera valores da área utilizada de 0,62 a 0,27 metros quadrados por minuto por animal. Esses resultados são coerentes com os resultados anteriormente verificados, onde os animais caminharam menos e elegeram menor número de estações alimentares, porém explorando-as mais intensivamente à medida que as mesmas ofereciam maior oferta de alimento (Prache e Peyraud, 2001). Também Quadros *et al.* (2003), trabalhando com duas ofertas de lâminas foliares em pastagens de aveia e azevém, observaram menor utilização da área

pelos animais na maior oferta de forragem avaliada, o que resultou em elevada heterogeneidade da pastagem.

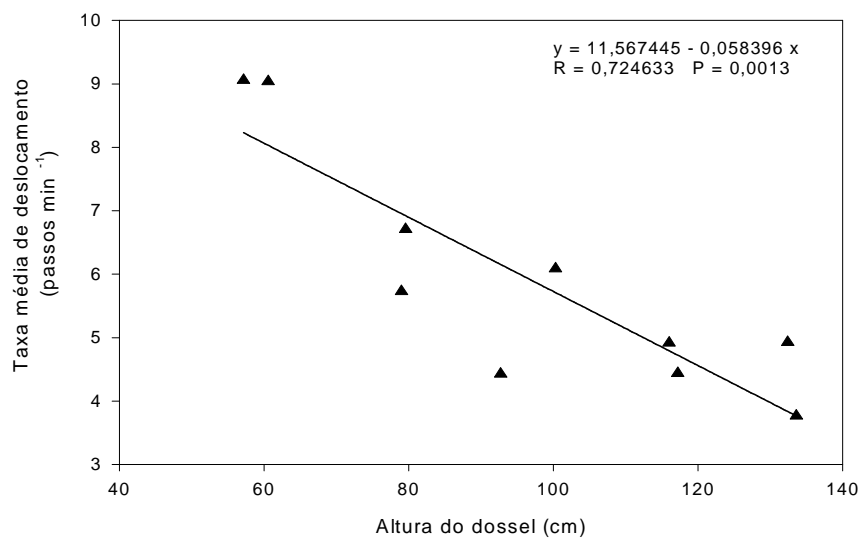


FIGURA 5.5 – Relação entre a altura do dossel e a taxa média de deslocamento (passos.min⁻¹), referente às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

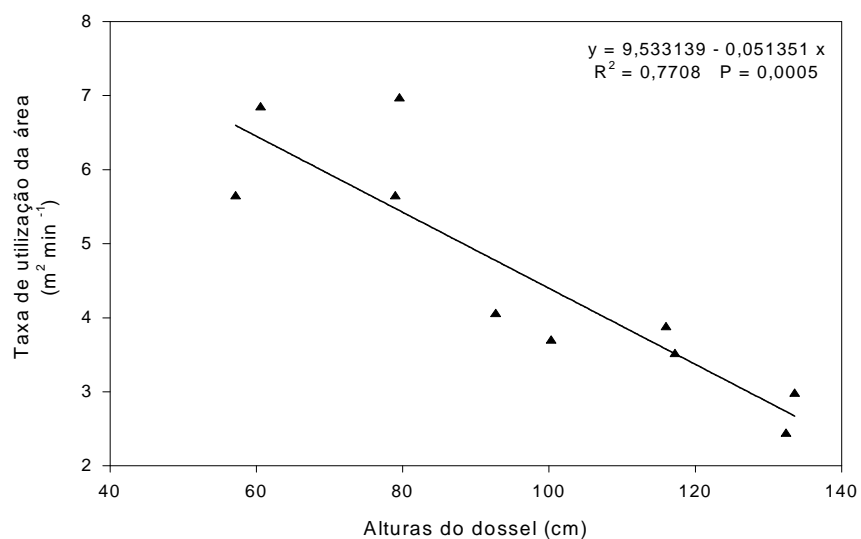


FIGURA 5.6 – Relação entre a altura do dossel e a taxa de utilização da área (m².min⁻¹), referente às alturas 60, 80, 100, 120 e 140 cm em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

No outro extremo, o elevado número de passos por minuto, de passos totais e de área explorada por minuto nas menores alturas do dossel, condição também verificada por Prache e Roguet (1996) com ovinos, levaram a uma maior movimentação durante o processo de busca por forragem, o que pode ser considerado uma tentativa, por parte dos animais, de adequar sua dieta em situações de massa de forragem restrita (Castro, 2002).

5.4 CONCLUSÕES

Os padrões de deslocamento e procura por forragem dos animais são alterados pela estrutura do dossel.

Em situações de reduzida oferta de forragem, os animais apresentam estratégias alimentares compensatórias, visando aumentar sua ingestão de forragem.

A intensidade de utilização de cada estação alimentar aumenta com o incremento na altura do dossel, nos estágios iniciais de crescimento da pastagem, uma vez que a crescente massa de forragem presente nas estações alimentares não os motiva a procurar por outros locais que propiciem elevado consumo de forragem. Porém, em alturas superiores a 100 cm, a intensidade de utilização das mesmas cai devido a maior massa de forragem ingerida a ser processada pelos animais.

O deslocamento total e a taxa média de deslocamento foram reduzidos, com o aumento da altura do dossel, uma vez que a elevada ingestão de forragem induziu a maior permanência em um menor número de estações alimentares. Porém, a velocidade de deslocamento dos animais entre as estações alimentares aumentou, visando aumentar as chances de encontro com melhores oportunidades de ingestão de forragem.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOLD, G.W. Grazing behaviour. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed Grassland Analytical Studies**, 1987, p. 129-135

BAILEY, D.W., GROSS, J.E., LACA, E. A, RITTENHOUSE, L.R.; COUGHENOUR, M.B; SWIFT, D.M., SIMS, P.L. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range Management**, v.49, p. 386-400, 1996.

BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORAND-FEHR, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. In: MEETING ON NUTRITION OF SHEEP AND GOATS, 8., 1998, Grignon, França. Proceedings. Grignon. 1998. p. 2-15.

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 2., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.25-52.

CARVALHO, P.C.F.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J.C. O processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: XXXVI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. p.253-268.

CARVALHO, P.C.F.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de bovinos em pastejo e sua relação com a estrutura da pastagem. In: FERRAZ, J.B.S. (Ed.) PECUÁRIA 2000: A PECUÁRIA DE CORTE NO III MILÊNIO. 2000, Pirassununga, **Anais...** Pirassununga, 2000. CD-ROM.

CARVALHO, P.C.F.; MARÇAL, G.K.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE, J.K.; OLIVEIRA, J.O R.; NABINGER, C.; MORAES, A. Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. In: XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001, p.265-268.

CASTRO, C.R.C. **Relações planta-animal em pastagem de milheto (*Pennisetum clandestinum* (L.) Leeke) manejadas em diferentes alturas com ovinos.** Porto Alegre, 2002, 200 p. Dissertação (Mestrado Zootecnia, Plantas Forrageiras), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CHARNOV, E.L. Optimal foraging: the marginal value theorem. **Theoretical Population Biology**, v.9, p. 129-136, 1976.

GIBB, M. Animal grazing/intake terminology and definitions. In: PASTURE ECOLOGY AND ANIMAL INTAKE, 3, 1996, Dublin. **Proceedings...** 1998, p. 21-37.

GOMES, M.A. **Efeitos de intensidades de pastejo e períodos de ocupação da pastagem na massa de forragem e nas perdas e valor nutritivo da matéria seca do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça).** Pirassununga. 2001. 93 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Qualidade e Produtividade Animal) – Faculdade de Zootecnia. Universidade de São Paulo.

GORDON e LASCANO. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grasslands: potential and constraints. In: XVII INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993, p. 681-690.

GRIFFITHS, W.M. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Patch selection. **Grass and Forage Science**, v.58, p.112-124, 2003a.

GRIFFITHS, W.M. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. II. Regulation of bite depth. **Grass and Forage Science**, v.58, p. 124-137, 2003b.

HODGSON, J.; BROOKES, I.M. Nutrition of grazing animals. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.) **New Zealand Pastures and Crop Sciences**. New York: Oxford University, 1999. p.117-132.

MAAK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Pinhais: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350 p.

MARTINICHEN, D. **Efeito da estrutura do capim Mombaça sobre a produção de vacas leiteiras**. Pinhais. 2002. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.

MILNE, J.A. Diet selection by grazing animals. In: NUTRITION SOCIETY, 50, 1991. **Proceedings...** 1991, p.77-85.

PENNING, P.D.; HOOPER, G.E. An evaluation of the use of short-term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. **Grass and Forage Science**, v.40, p.79-84, 1985.

PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Foraging: behaviour and intake in temperate cultivated grassland. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, 2001, p. 309-319.

PRACHE, S.; GORDON, I. J., ROOK, A.J. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. **Annales de Zootechnie**, v.48, p. 1-11, 1998.

PRACHE, S.; ROGUET, C. Influence de la structure du couvert sur le comportement d'ingestion. In: **Institut National de la Recherche Agronomique / Rapport d'Activité** 1992-1995, 1996, p. 22-24.

QUADROS, F.L.L.; TREVISAN, N.B.; SILVA, A.C.F.; BANDINELLI, D.G.; MARTINS, C.E.N.; ALVES FILHO, D.C. Preferência por sítios de pastejo em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes biomassas de lâmina foliar verde. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, Santa Maria, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2003, CD-ROM.

O'REAGAN, P.J.; SCHWARTZ, J. Dietary selection and foraging strategies of animals on rangeland. Coping with spatial and temporal variability. In: JOURNET, M.; GRENET, E.; FARCE, M. H.; THERIEZ, M.; DEMARQUILLY, C. (Ed.) **Recent Developments in The Nutrition of Herbivores**, International Symposium on the Nutrition of Herbivores, 4, Clermont-Ferrand, 1995, p. 419-424.

ROGUET, C.; DUMONT, B.; PRACHE, S. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores. A review. **Annales de Zootechnie**, v. 47, p. 225-244, 1998.

RUYLE, G.B.; DWYER, D.D. Feeding stations of sheep as an indicator of diminished forage supply. **Journal of Animal Science**, v. 51, n. 2, p. 349-353, 1985.

SPALINGER, D.E.; HANLEY, T.A.; ROBBINS, C.T. Analysis of the functional response in foraging in the Sitka black-tailed deer. **Ecology**, v. 69, 4, p. 1166-1175, 1988.

STUTH, J. Foraging behaviour. In: HEITSCHMIDT, R.K., STUTH, J. (Ed.) **Grazing Management: an Ecological Perspective**. 1991, p.85-108.

THARMARAJ, J., WALES, W.J.; CHAPMAN, D.F.; EGAN, A.R. Defoliation pattern, foraging behaviour and diet selection by lactating dairy cows in response to sward height and herbage

allowance of a rye-grass dominated pasture. **Grass and Forage Science**, v. 98, p. 225-238, 2003.

TREVISAN, N.B.; QUADROS, F.L.F.; SILVA, A.C.F.; BANDINELLI, D.G.; MARTINS, C.E.N.; SIMÕES, L.F.C.; BRUM, M.S. Tempo de permanência entre estações alimentares e distância entre estações de pastejo em pastagem de aveia preta e azevém, submetida a diferentes níveis de biomassa de lâmina foliar verde. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria, 2003, CD-ROM.

UNGAR, E.D. Ingestive behaviour. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. (Ed.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**. 1996, p.185-218.

WADE, M.H. **Factors affecting the availability of vegetative Lolium perenne to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method**. St-Gilles, 1991. 70 p.Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade de Rennes.

WALLIS DE VRIES, M.F.; LACA, E.A.; DEMMENT, M.W. The importance of scale of patchiness for selectivity in grazing herbivores. **Oecologia**, v.121, 1999, p. 355-363.

CAPÍTULO 6 - ESTRUTURA DO DOSSEL FORRAGEIRO E PADRÕES DE DESFOLHAÇÃO EM CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO A PASTEJO POR NOVILHAS LEITEIRAS

RESUMO – Com o objetivo de avaliar o padrão de desfolhação em pastos de capim Mombaça (*Panicum maximum*), novilhas leiteiras da raça HPB foram submetidas em testes de pastejo a cinco alturas de dossel (60, 80, 100, 120 e 140 cm), em um delineamento completamente casualizado, com duas repetições. Caracterizou-se a estrutura do dossel por meio de: altura; oferta de forragem, massa de forragem e de lâminas foliares; densidade volumétrica da forragem, de colmos mais bainhas e de lâminas foliares; densidade populacional de perfilhos; número e comprimento de lâminas foliares expandidas e em expansão. Com o aumento da altura do dossel, observou-se redução linear ($y = 0,369606 + 0,001555 x$, $R^2 = 0,5560$, $P = 0,008$) na probabilidade de desfolhação das plantas, resultado da maior massa de forragem. Com o incremento em altura do dossel, notadamente à altura de 85 cm, os animais passaram a ingerir maior proporção de lâminas foliares expandidas à medida que as mesmas apresentaram-se mais acessíveis, apesar da maior preferência por lâminas foliares em expansão. O aumento quadrático observado para o comprimento de lâminas foliares expandidas ($y = -104,311106 + 2,877570 x - 0,012035 x^2$, $R^2 = 0,9271$, $P = 0,002$) e em expansão ($y = -37,491853 + 1,436966 x - 0,005424 x^2$, $R^2 = 0,8831$, $P = 0,047$) e a maior resistência à apreensão da forragem imposta pela idade das folhas, resultaram em redução na intensidade de desfolhação das lâminas foliares expandidas ($y = 80,866791 - 0,370979 x$, $R^2 = 0,6076$, $P = 0,004$). Com o aumento em altura do dossel, o padrão de desfolhação dos animais foi alterado, de maneira que os mesmos passaram a executar um pastejo mais periférico nas touceiras e com acesso reduzido às folhas em expansão, de melhor valor nutritivo.

Palavras-chave – desfolhação, estrutura do dossel, *Panicum maximum*, novilhas leiteiras, seletividade de dietas

ABSTRACT – To evaluate the pattern of defoliation in a Mombaça (*Panicum maximum*) grass pasture, Holstein heifers were submitted to grazing tests, in swards with 60, 80, 100, 120 and 140 cm height, in a completely randomized design, with two replicates. Sward structure was characterized by pasture height; herbage and leaf lamina mass; sward, sheath plus stems and leaves bulk density; tiller density and number and length of fully-emerged leaves and emerging leaves. Increasing pasture height, it was observed a linear decrease in defoliation probability ($y = 0.369606 + 0.001555 x$, $R^2 = 0.5560$, $P = 0.008$), as a reflection of herbage mass in the heighest heights. With the increase in pasture height, mainly at 85 cm, the animals ingested a greater proportion of fully-emerged leaves leaves, as they were more accessible, in spite of the greater preference for emerging leaves. The intensity of defoliation decreased linearly ($y = 80.866791 - 0.370979 x$, $R^2 = 0.6076$, $P = 0.004$), reflecting the increase in the length of fully-emerged leaves ($y = -104.311106 + 2.877570 x - 0.012035 x^2$, $R^2 = 0.9271$, $P = 0.002$) and on emerging leaves ($y = -37.491853 + 1.436966 x - 0.005424 x^2$, $R^2 = 0.8831$, $P = 0.047$) and also, because of the greater apprehension resistance imposed by the fully-emerged leaves. With the increase in pasture heights, defoliation pattern of the animals changed, as the animals began to graze periferically, around the plants, due to the restricted access to the younger leaves, of greater nutritive value.

Key-words – defoliation, diet selection, Holstein heifers, *Panicum maximum*, sward structure

6.1 INTRODUÇÃO

O consumo de forragem e, portanto, de nutrientes é um aspecto determinante do desempenho animal e pode ser afetado por fatores relacionados à planta forrageira (Prache e Peyraud, 2001) e ao animal (Cangiano *et al.*, 2002). A estrutura do dossel forrageiro pode ser descrita sob os planos vertical e horizontal, sendo seu detalhamento minucioso primordial para o entendimento das relações existentes entre as plantas forrageiras e os animais, pois, em condições de pastejo, o animal a reconhece e, dentro da variabilidade disponível, efetua suas escolhas alimentares, por meio da desfolhação. Esta pode ser definida como a remoção de material vegetal e pode ser caracterizada por meio de sua intensidade, frequência e época de ocorrência.

A frequência com que um mesmo perfilho é pastejado é definida como o intervalo entre duas desfolhações sucessivas, que corresponde à probabilidade diária de cada órgão vegetal ser desfolhado (Lemaire e Chapman, 1996). Nesse aspecto, há interferência significativa da densidade animal (Wade, 1991), cujo aumento pode induzir um maior número de perfilhos pastejados a cada dia (Hodgson, 1990).

A probabilidade de desfolhação de folhas individuais pode também ser afetada pela idade das mesmas, de maneira que folhas jovens têm maior probabilidade de serem pastejadas (Lemaire e Agnusdei, 1999) provavelmente por estarem situadas nos estratos superiores do dossel (Hodgson, 1990) e ainda orientadas de maneira mais vertical (Pontes, 2001) quando comparadas às folhas mais velhas. É importante ressaltar que tais observações são influenciadas pelo porte relativo entre a espécie forrageira em questão e os animais em pastejo.

A disponibilidade de forragem, diretamente relacionada à densidade de animais, apresenta papel central na probabilidade de desfolhação de cada componente da pastagem uma vez que, quando lhes é permitido, os animais utilizam sua habilidade seletiva com o objetivo de maximizar a qualidade de sua dieta. Essas escolhas por parte do animal poderão ser diretamente afetadas por características relacionadas à apreensibilidade da forragem, um indicador para o animal do grau de facilidade da ação do bocado (Carvalho *et al.*, 1999). Essas características englobam vários aspectos estruturais do dossel, como a acessibilidade e a densidade volumétrica da forragem, fibrosidade das folhas, disposição

especial dos tecidos vegetais preferidos, presença de barreiras à desfolhação como bainhas e colmos e o teor de matéria seca.

Quanto à intensidade de desfolhação, a mesma pode ser definida como a diferença entre o comprimento da fração removida pelo pastejo e o comprimento da lâmina foliar antes da desfolhação (Lemaire e Agnusdei, 1999) observando-se que, também nesse aspecto, a carga animal tem efeito marcante. As características físicas da forragem podem também alterar a proporção de material foliar removido uma vez que afeta o esforço despendido pelos animais no processo de apreensão (Illius *et al.*, 1995).

Diante dessas considerações, o objetivo deste estudo foi verificar como o padrão de desfolhação de novilhas leiteiras em pastejo pode ser afetado por estruturas variáveis de dossel em capim Mombaça.

6.2 METODOLOGIA

O local de condução deste estudo foi a Fazenda Experimental do Cangüiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná e localizada no município de Pinhais, PR. O clima da região é classificado como temperado, do tipo Cfb (Maak, 1968).

Como animais experimentais, foram utilizadas cinco novilhas da raça Holandês Preto e Branco, com peso médio de 152 kg, sendo os resultados de cada avaliação obtidos a partir da média de cinco animais em pastejo.

Os tratamentos consistiram de cinco alturas de capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), as quais corresponderam a 60, 80, 100, 120 e 140 cm, com duas repetições, durante o período de 12.02.02 a 14.04.02, estabelecidas após dois rebaixamentos, o primeiro em dezembro e o segundo em janeiro, ambos seguidos por adubações nitrogenadas em cobertura, nas dosagens de 100 e 50 kg de N ha⁻¹, respectivamente. Cada unidade experimental (piquete) possuía 540 m².

Em cada dia de avaliação foram efetuados os procedimentos de caracterização da estrutura do dossel e os testes de pastejo.

6.2.1 Caracterização da estrutura do dossel

Previamente à entrada dos animais nos piquetes, mediu-se altura do dossel para aferição dos tratamentos propostos utilizando-se um *sward stick*, um tipo de régua graduada

desenvolvido conforme metodologia proposta por Barthram (1985). As medições foram realizadas em 75 pontos por piquete, permitindo-se variação máxima de 5% entre a altura medida e aquela especificada para cada tratamento.

Para quantificação da massa de forragem, foram coletadas cinco amostras da biomassa vegetal aérea por unidade experimental, estratificadas a cada vinte centímetros de altura, utilizando-se de um equipamento em ferro projetado para delimitar sucessivos estratos do dossel por meio do deslocamento de um quadrado de ferro, preso por ganchos a cada 20 cm, denominado estratificador. As amostras de forragem correspondentes a cada estrato do dossel foram pesadas, separadas em lâminas foliares, colmos mais bainhas e material senescente e, em seguida, colocadas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, até peso constante, para obtenção da massa de cada componente, expressa em kg de MS.ha⁻¹. A massa de forragem, de colmos mais bainhas e de lâminas foliares foi determinada a partir da soma dos estratos em cada uma das cinco amostras.

A relação lâminas foliares/ lâminas foliares mais colmos mais bainhas foi determinada a partir dos valores obtidos para essas frações conforme descrição acima, sendo a mesma adimensional.

Os resultados obtidos para a massa de forragem, de lâminas foliares e de colmos mais bainhas foram utilizados para o cálculo das respectivas densidades volumétricas, sendo os valores expressos em kg de MS m⁻³.

A densidade populacional de perfilhos foi determinada a partir de contagem direta do número de perfilhos presentes em uma área de 0,5625 m² (0,75 x 0,75 m), delimitada por um quadrado de ferro, lançado cinco vezes de forma aleatória em cada repetição.

6.2.2 Padrão de desfolhação

Para quantificação do número e comprimento de lâminas foliares expandidas e em expansão, bem como do padrão de desfolhação da pastagem pelos animais em pastejo, foram utilizados cem perfilhos marcados em cada repetição para avaliação dos parâmetros probabilidade de desfolhação, índices de seletividade passiva e ativa e intensidade de desfolhação. Foram consideradas como folhas expandidas aquelas que já tinham a sua lígula exposta.

A probabilidade de desfolhação de cada folha referiu-se à relação entre o número de folhas totais consumidas e o número total de folhas. O índice de seletividade passiva relacionou o número de folhas em expansão consumidas com o número de lâminas foliares

expandidas consumidas e o índice de seletividade ativa relacionou as razões entre o número de lâminas foliares em expansão consumidas/total de lâminas foliares em expansão disponível e o número de lâminas foliares expandidas consumidas/total de lâminas foliares expandidas disponíveis. A variável intensidade de desfolhação de lâminas foliares expressou o comprimento da fração foliar removida em relação ao comprimento inicial das mesmas, antes do pastejo.

As avaliações das folhas foram efetuadas nos perfilhos antes e após os testes de pastejo quando, então, foram medidos os comprimentos das lâminas de todas as folhas, sendo as expandidas medidas desde a lígula até seu ápice e aquelas em expansão desde a lígula da segunda folha expandida abaixo da folha sendo medida até o ápice da mesma.

TABELA 6.1 – Índices de seletividade passiva e ativa de lâminas foliares em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

ÍNDICE DE SELETIVIDADE PASSIVA	ÍNDICE DE SELETIVIDADE ATIVA
Lâminas foliares em expansão consumidas	Lâminas em expansão consumidas / Lâminas em expansão totais
Lâminas foliares expandidas consumidas	Lâminas expandidas consumidas / Lâminas expandidas totais

6.2.3 Testes de pastejo

Foram realizados dez testes de pastejo (cinco alturas de dossel e duas repetições), durante o período de 12.02.02 a 14.04.02. Para condução dos testes, que ocorreram no período da manhã após jejum de sólidos e líquidos por seis horas, foram utilizados cinco animais experimentais em duas sessões de pastejo, com duração de 45 minutos cada. Ao final do teste, os animais foram liberados nas áreas adicionais, também formados com o capim Mombaça.

6.2.4 Delineamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e duas repetições, sendo os dados obtidos analisados por meio de regressões polinomiais de primeiro e segundo graus, utilizando-se o aplicativo STATGRAPHICS. Comparações de médias foram feitas pelo teste de Duncan, com um nível de 5% de significância. O conjunto completo de resultados das variáveis analisadas e as respectivas análises da variância efetuadas, encontram-se nos Anexos.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 Caracterização da estrutura do dossel

As alturas efetivas do dossel foram diferentes entre os tratamentos, como se observa na Tabela 6.2.

TABELA 6.2 – Alturas efetivas do dossel na entrada dos animais para os testes de pastejo, referentes às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm em pastagem de capim Mombaça. Pinhais, 2002.

Altura do dossel – entrada dos animais (cm)					CV (%)
58,9e	79,3d	96,5c	116,6b	133,0a	2,5

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

Nas condições deste trabalho, a oferta de forragem relativa aos tratamentos não se mostrou limitante à ingestão de alimento pelos animais, pois, conforme Duru *et al.* (2000), valores entre 300 m³.UA⁻¹ e 600 m³.UA⁻¹ são considerados adequados durante o ciclo de pastejo em sistemas rotativos conduzidos adequadamente, condição essa observada a partir da altura de 80 cm.

Os dados reportados por Martinichen (2002) substanciam a premissa de que não houve oferta limitante de forragem aos animais, uma vez que, naquelas condições, foram ofertados, em média, 52 kg de MS de forragem.animal⁻¹.dia⁻¹ e 30 kg de MS de lâminas foliares.animal⁻¹.dia⁻¹, condição que resultou em produção média de 15 kg de leite.animal⁻¹.dia⁻¹, para animais manejados exclusivamente em pastagem de capim Mombaça.

TABELA 6.3 – Oferta de forragem presente nos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140 cm de altura do dossel em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

Oferta de forragem (m ³ .UA ⁻¹)					CV (%)
237d	293c	334b	410a	431a	3,4
Oferta de forragem (kg de MS.100 kg de PV ⁻¹)					
59,4b	66,8ab	76,6ab	89,0ab	104,4a	14,4
Oferta de lâminas foliares (kg de MS.100 kg de PV ⁻¹)					
9,9c	21,1bc	28,8b	35,7ab	46,5a	20,3

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

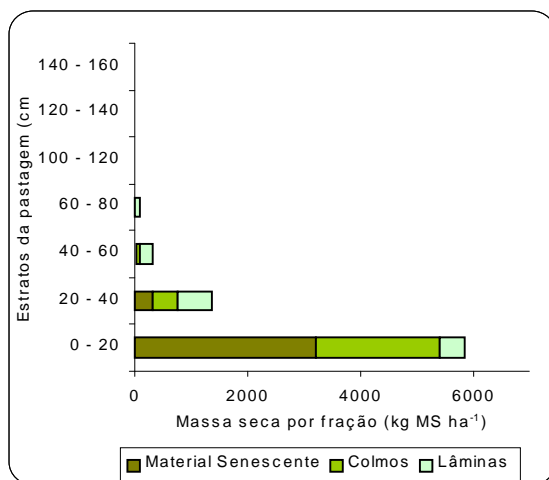
Quanto à massa de forragem e de lâminas foliares, houve aumento das mesmas, reflexo do incremento observado na altura do dossel (Tabela 6.4).

Tabela 6.4 – Massa de forragem e de lâminas foliares, referentes às alturas da 60, 80, 100, 120 e 140 cm do dossel em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

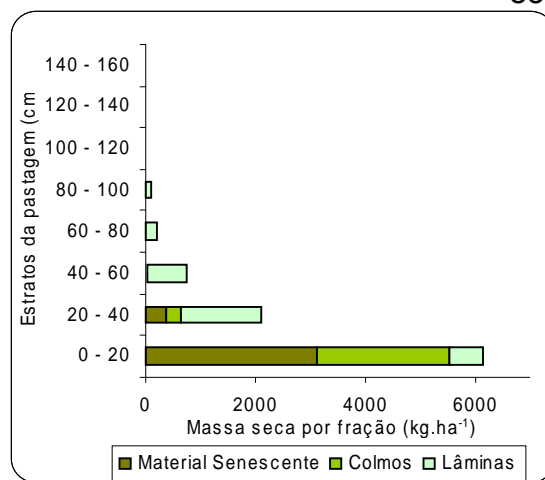
Massa de forragem (kg de MS.ha ⁻¹)					CV (%)
7569c	9130bc	11063bc	13126ab	17247 ^a	13,2
Massa seca de lâminas foliares (kg de MS.ha ⁻¹)					
1399d	2911cd	4114bc	5328b	7678 ^a	17,1

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

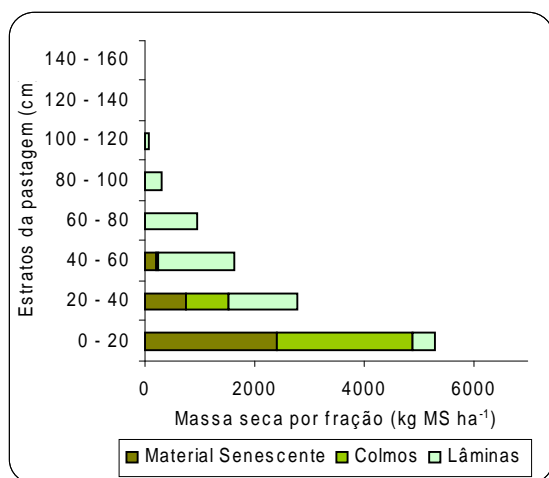
Com relação à distribuição vertical de lâminas foliares, colmos mais bainhas e material senescente ao longo de estratos contínuos de 20 cm do dossel (Figura 6.1), observa-se que, no estrato basal, à altura do dossel de 20 cm, a proporção das diferentes frações mostrou-se semelhante, com reduzida proporção de lâminas foliares e elevada proporção de material senescente, condição resultante da baixa luminosidade presente. Com relação à fração colmos mais bainhas, a mesma concentrou-se no estrato médio inferior de todas as alturas testadas, de maneira que as lâminas foliares estiveram presentes em uma proporção superior a 85% da massa de forragem existente na metade superior do dossel (Tabela 6.5). Nessas condições, a ingestão de forragem pelos animais pode não ter sido limitada, uma vez que os animais tendem a selecionar as folhas dos estratos superiores do dossel (Chacon e Stobbs, 1976; Hodgson, 1990; Prache *et al.*, 1998), concentrando os bocados no horizonte acima do pseudocolmo (Hodgson, 1990) em busca de melhor qualidade de forragem. Dessa maneira, a estrutura de dossel disponível e apresentada aos animais, seria capaz de proporcionar uma dieta quase que exclusiva de lâminas foliares aos animais, durante os testes de pastejo.



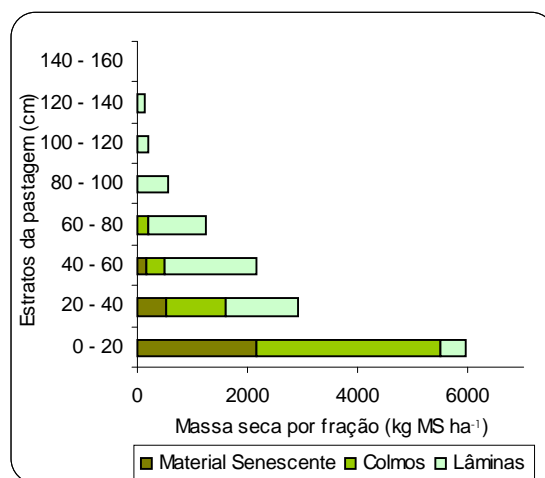
(a)



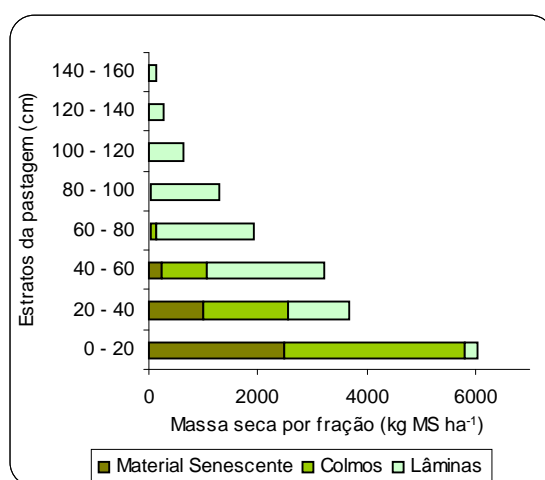
(b)



(c)



(d)



(e)

FIGURA 6.1 – Distribuição da massa de forragem ao longo do perfil do dossel forrageiro, referente às alturas de 60 (a), 80 (b), 100 (c), 120 (d) e 140 (e) cm. Pinhais, 2002.

TABELA 6.5 - Relação entre massa de lâminas foliares/massa seca de lâminas foliares mais colmos mais bainhas, em estratos de 20 cm do dossel em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

Estratos do dossel (cm)	Alturas do dossel (cm)				
	60	80	100	120	140
120-140					1,00
100-120				1,00	1,00
80-100			1,00	1,00	0,97
60-80		1,00	1,00	0,85	0,94
40-60	0,74	0,96	0,97	0,83	0,73
20-40	0,59	0,85	0,61	0,55	0,43
0-20	0,17	0,20	0,15	0,12	0,07
Média do perfil	0,75a	0,75a	0,75a	0,73a	0,73a

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

Conforme reportado por Carvalho (1997), a presença da fração colmos mais bainhas é considerada, por alguns autores, uma limitação física à ingestão de forragem pelos animais, uma vez que pode reduzir a profundidade do bocado. Um exemplo de que isto não ocorra em todas as situações se encontra em Flores *et al.* (1993) que, trabalhando com *Paspalum dilatatum*, não verificaram limitação às dimensões do bocado imposta pelo pseudocolmo. De acordo com Illius *et al.* (1995), o maior dispêndio de energia pelos animais durante o pastejo está na mastigação da forragem e não em sua remoção.

Por fim, Griffiths *et al.* (2003) verificaram que o pseudocolmo é um fator parcial de regulação da profundidade do bocado, uma vez que a relação custo:benefício, relacionada à procura por bocados, pode também ser influenciada pela idade do pseudocolmo, pelo contraste entre os estratos do dossel e pela altura do mesmo.

Os valores de densidade volumétrica da forragem e de colmos mais bainhas não variaram com o aumento da altura do dossel (Tabelas 6.6 e 6.7). Esse fato deve-se, provavelmente, a um efeito de diluição da massa de forragem produzida ao longo dos estratos do dossel, sendo reflexo de um crescimento alométrico das plantas. Com relação às lâminas foliares houve aumento em densidade até a altura de 100 cm (Tabela 6.8).

Não houve variação em densidade populacional de perfilhos, com os valores variando entre 254 e 314 perfilhos por metro quadrado (Tabela 6.9), o que deve ter sido causado pela escala temporal do experimento e pelo fato das áreas, no período pré-experimental, terem sido rebaixadas à mesma altura para todos os tratamentos. Os dados obtidos concordam com aqueles de Uebele (2002) e Santos (1997) que, trabalhando com o capim Mombaça, não observaram efeito da intensidade e da frequência de desfolhação sobre o número de perfilhos.

TABELA 6.6 - Densidade volumétrica de forragem em capim Mombaça ($\text{kg MS ha}^{-1}\text{cm}^{-1}$) Pinhais, 2002.

Estratos do dossel	Alturas do dossel (cm)				
	60	80	100	120	140
(cm)	(kg de MS.m^{-3})				
120-140					0,14
100-120				0,10	0,32
80-100			0,15	0,27	0,63
60-80		0,05	0,47	0,62	0,97
40-60	0,16	0,38	0,82	1,08	1,61
20-40	0,69	1,05	1,40	1,46	1,85
0-20	2,92	3,08	2,66	2,98	3,02
CV (%)	Média do perfil (kg de MS.m^{-3})				
15,8	1,26a	1,14a	1,10a	1,09a	1,22a

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

TABELA 6.7 - Densidade volumétrica de colmos mais bainhas em capim Mombaça (kg de MS m^{-3}). Pinhais, 2002.

Estratos do dossel	Alturas do dossel (cm)				
	60	80	100	120	140
(cm)	(kg de MS.m^{-3})				
120-140					
100-120					
80-100					
60-80				0,09	0,05
40-60	0,04	0,02	0,02	0,16	0,40
20-40	0,22	0,13	0,40	0,54	0,77
0-20	1,08	1,21	1,23	1,68	1,66
CV (%)	Média do perfil (kg de MS.m^{-3})				
25,2	0,45a	0,34a	0,33a	0,41a	0,41a

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%

Martinichen (2002) também não verificou variação na população de perfilhos de capim Mombaça submetido a duas alturas de pastejo, registrando valores entre 320 a 326 perfilhos por metro quadrado, semelhantes aos deste estudo.

TABELA 6.8 - Densidade volumétrica de lâminas foliares em capim Mombaça (kgMS m⁻³) Pinhais, 2002.

Estratos do dossel (cm)	Alturas do dossel (cm)				
	60	80	100	120	140
	(kg de MS.m ⁻³)				
120-140					0,14
100-120				0,10	0,32
80-100			0,15	0,27	0,63
60-80		0,05	0,47	0,52	0,90
40-60	0,10	0,36	0,69	0,82	0,11
20-40	0,31	0,73	0,63	0,65	0,57
0-20	0,22	0,31	0,22	0,23	0,12
CV (%)	Média do perfil (kg de MS.m ⁻³)				
25,2	0,21b	0,36ab	0,43a	0,44a	0,54a

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%

Martinichen (2002) também não verificou variação na população de perfilhos de capim Mombaça submetido a duas alturas de pastejo, registrando valores entre 320 a 326 perfilhos por metro quadrado, semelhantes aos deste estudo.

Tabela 6.9 - Densidade populacional de perfilhos em capim Mombaça (perfilhos.m⁻²). Pinhais, 2002.

Alturas do dossel (cm)					CV (%)
60	80	100	120	140	
Densidade de perfilhos (perfilhos.m ⁻¹)					
254a	236 ^a	252a	314a	264 ^a	16,1

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

Quanto ao número total de folhas registrado nos perfilhos marcados, o menor valor foi observado para a altura de 60 cm, sendo que a partir de 80 cm houve estabilização dessa variável (Tabela 6.10).

TABELA 6.10 – Número total de folhas em perfilhos marcados de capim Mombaça. Pinhais, 2002.

	Alturas do dossel (cm)					CV (%)
	60	80	100	120	140	
Folhas Totais (FT)	341b	387a	386a	364ab	371ab	3,34

* médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%

Porém, o comprimento das lâminas foliares aumentou de forma quadrática com o aumento em altura do dossel, de 22,2 cm para 66,5 cm para as folhas expandidas ($y = -104,311106 + 2,877570 x - 0,012035 x^2$, $R^2 = 0,9271$, $P = 0,002$) e de 29,5 cm para 57,1 cm para as folhas em expansão ($y = -37,491853 + 1,436966 x - 0,005424 x^2$, $R^2 = 0,8831$, $P = 0,047$), representando, respectivamente, um aumento em comprimento da ordem de 3,0 e 1,9 vezes, em relação ao comprimento inicial. Na medida em que a densidade volumétrica dos componentes praticamente não tenha sido alterada, e considerando que a largura da folha sofra também aumento quando a altura do dossel se eleva (Castro, 2002), a manutenção da mesma densidade volumétrica só pode ter acontecido à custa de um menor número de componentes do dossel no mesmo volume. Isto significa que o item de maior preferência dos animais sofre substancial modificação de acordo com a estrutura da pastagem, com evidentes conseqüências para o processo de sua captura em pastejo. Dentre as principais modificações estaria o aumento da dificuldade de apreensão das lâminas, refletindo no aumento do tempo para formação do bocado, conforme discutido por Carvalho *et al.* (2001).

Castro (2002) também observou aumento no comprimento de lâminas foliares expandidas e em expansão em milheto, manejado segundo alturas variáveis, justificando o fato pela alteração na mobilização de nitrogênio das porções senescentes, geradas pelo maior resíduo deixado nas maiores alturas do dossel, para as regiões de crescimento das lâminas foliares, as quais atingiram seu tamanho final mais rápido. Além disso, nas maiores alturas do dossel, as lâminas foliares em expansão permaneceram por um período maior de tempo no interior das bainhas das folhas expandidas, resultado do maior comprimento do pseudocolmo, o que pode ter levado à redução na taxa de aparecimento de folhas novas e, conseqüentemente, ao aumento no período de alongamento e no tamanho final das folhas (Lemaire e Chapman, 1996).

6.3.2 Padrão de desfolhação

A probabilidade de desfolhação de folhas individuais, definida como a relação entre o número de lâminas foliares consumidas e o número total de lâminas disponíveis, apresentou redução linear com o incremento em altura do dossel (Figura 6.2). Essa variável apresentou relação negativa com a massa de forragem, como relatado por Pontes (2001), que observou maior probabilidade de desfolhação nas menores alturas de dossel avaliadas. Esta relação direta entre lotação/oferta e a desfolhação de unidades vegetativas individuais está muito

bem descrita em Wade (1991), onde é demonstrado o papel preponderante da densidade de animais, mesmo em relação a diferentes métodos de pastejo, na determinação dos padrões temporais da desfolhação.

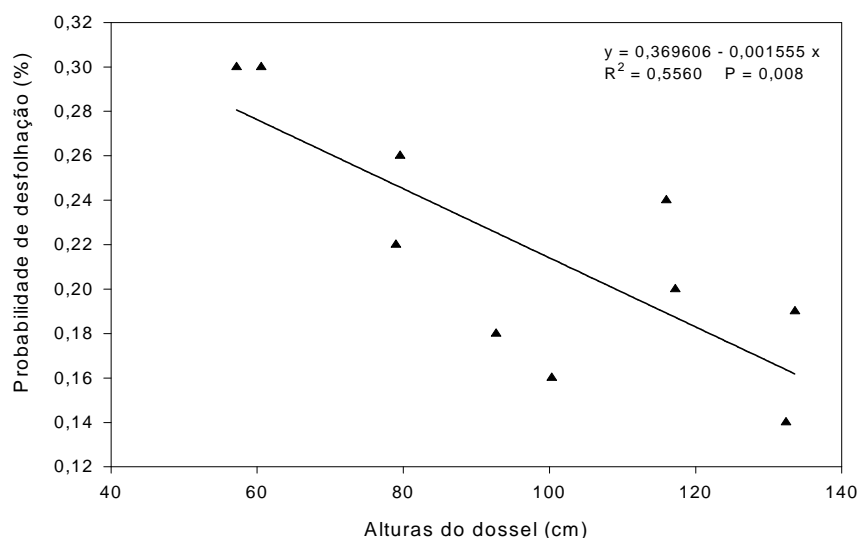


FIGURA 6.2 - Probabilidade de desfolhação de lâminas foliares expandidas. Pinhais, 2002.

O comportamento observado para os índices de seletividade passiva e ativa (Figura 6.3) demonstra que os padrões de desfolhação das lâminas foliares expandidas e em expansão alteraram-se, em resposta às diferentes alturas do dossel. Nota-se a forte preferência pelas folhas em expansão, preferência essa que diminui à medida que a altura do dossel aumenta. Como demonstrado pelo índice de seletividade passiva quando a altura do dossel atinge 85 cm, a relação entre as lâminas foliares desfolhadas em expansão e expandidas reduz-se abaixo do valor de referência 1, valor este que, por definição, significa a inexistência de seletividade. A partir de então, as lâminas foliares expandidas passaram a serem proporcionalmente mais consumidas que as em expansão, demonstrando a preferência passiva manifestada pelos animais, pois, na medida que há um incremento na altura do dossel, as lâminas em expansão tornam-se cada vez menos acessíveis em relação às expandidas.

Analisando a relação entre a seletividade ativa e a altura do dossel, verifica-se que, mesmo estando cada vez menos acessíveis, as lâminas foliares em expansão ainda se mantiveram preferidas, uma vez que a curva-resposta posicionou-se sempre acima do valor

de referência 1. A partir da altura do dossel de 112 cm, há uma tendência de estabilização dos valores de seletividade ativa, ponto a partir do qual o tipo de lâmina foliar escolhida parece ter sido selecionada de maneira muito próxima da casual, mediada pela pronta acessibilidade das mesmas. Esse comportamento dos animais traduziu-se por um pastejo periférico nas touceiras, uma vez as lâminas foliares externas estariam mais acessíveis aos animais. Em linguagem coloquial, para fácil assimilação, denominou-se este fenômeno de “pastejo tipo mingau”, em alusão ao “pastejo tipo espaguete” descrito por Carvalho *et al.* (2001).

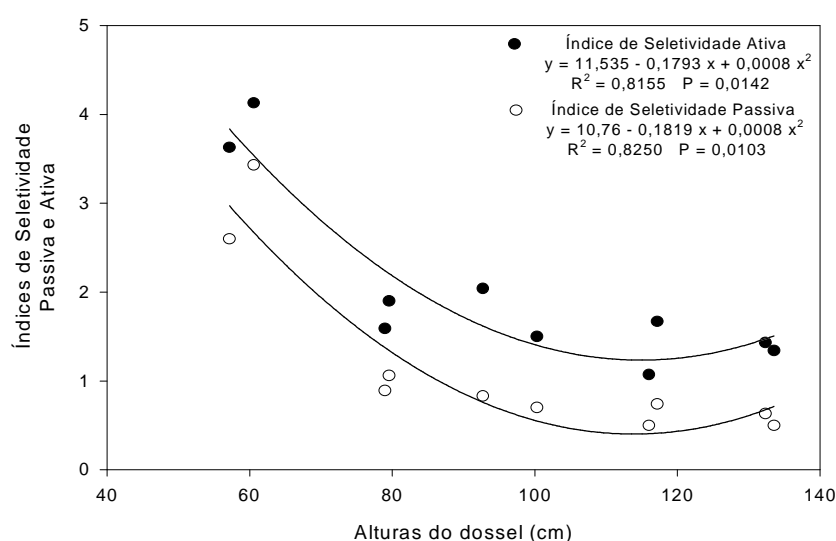


FIGURA 6.3 – Índices de seletividade ativa e passiva das lâminas foliares, referentes às alturas de 60, 80, 100, 120 e 140 cm do dossel em capim Mombaça. Pinhais, 2002.

Trabalhando com pastagem de azevém anual (*L. multiflorum*), Pontes (2001) observou que as lâminas foliares mais jovens foram mais consumidas que as mais velhas, uma vez que as primeiras apresentaram crescimento mais vertical e, portanto, estavam mais acessíveis à apreensão pelos animais.

Houve redução na intensidade de desfolhação de lâminas foliares, com o aumento em altura do dossel, a qual variou de 54% a 35 % (Figura 6.4). As prováveis razões para esse fenômeno advêm do maior consumo de lâminas foliares expandidas, de maior idade e, portanto, mais fibrosas (Palhano e Haddad, 1992) e mais rígidas, condição que, segundo Flores *et al.* (1993), pode se constituir em um efeito negativo à apreensão da forragem e

também à proporção de tecido foliar removido em cada bocado (Illius *et al.*, 1995). Além disso, a própria relação entre a massa de lâminas e a taxa de lotação instantânea define, de forma fundamental, a intensidade de remoção das lâminas foliares.

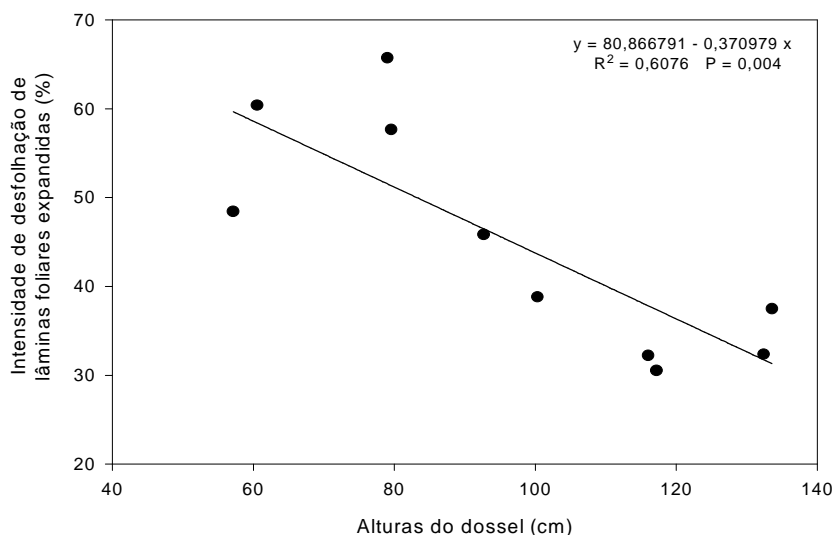


FIGURA 6.4 – Intensidade de desfolhação de lâminas foliares expandidas em capim Mombaça. Pinhais, 2002

6.4 CONCLUSÕES

A estrutura de dossel do capim Mombaça influencia o padrão de desfolhação dos animais em pastejo, uma vez que o comprimento das lâminas foliares e sua acessibilidade são marcadamente afetadas pela altura do dossel.

A expressão de seletividade pelos animais é modificada pela altura do dossel, à medida que, a partir da altura de 85 cm, o reduzido acesso às lâminas foliares em expansão induz à opção por lâminas foliares expandidas. Porém, a preferência pelas lâminas em expansão, de melhor valor nutritivo, mantém-se positiva ao longo das alturas do dossel avaliadas.

A partir da altura do dossel de 112 cm, a escolha pelas lâminas foliares em expansão se aproxima da casual, sendo função de sua acessibilidade e ocorrência.

O aumento do comprimento das lâminas foliares em geral, associado ao maior consumo proporcional de lâminas foliares expandidas, de mais difícil apreensão, tem como consequência a redução na intensidade de desfolhação das mesmas.

Com o incremento na altura do dossel, a utilização das touceiras passa a ser periférica, passando os animais a obter da pastagem dieta de qualidade, provavelmente, inferior, reflexo da maior ingestão de lâminas foliares expandidas, de menor valor nutritivo.

6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. **Hill Farming Research Organization/Biennial Report**. 1985, p. 29-30.

CANGIANO, C.A.; GALLI, J.R.; PECE, M.A et al. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.53, p.541-549, 2002

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 2., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.25-52.

CARVALHO, P.C.F.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J.C. O processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: XXXVI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. p.253-268.

CARVALHO, P.C.F.; MARÇAL, G.K.; RIBEIRO FILHO, H.M.N et al Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

CASTRO, C.R.C. **Relações planta-animal em pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) manejada em diferentes alturas com ovinos**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação (Mestrado Zootecnia, Plantas Forrageiras) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

CHACON, E.; STOBBS, T.H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.27, p.709-727, 1976.

FLORES, E.R., LACA, E.A., GRIGGS, T.C. et al. Sward height and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. **Agronomy Journal**, v. 85, p. 527-532, 1993

GRIFFITHS, W.M. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Regulation of bite depth. **Grass and Forage Science**, v.58, p.125-137, 2003.

HODGSON, J. **Grazing Management: Science into Practice**. Longman Group, 1990, 200 p.

ILLIUS, A W., GORDON, I. J., MILNE, J.D. et al. Costs and benefits of foraging on grasses varying in canopy structure and resistance to defoliation. **Functional Ecology**, v. 9, p. 894-903, 1995

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. **Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilisation**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOFISIOLOGIA DA PASTAGEM E ECOLOGIA DO PASTEJO, 1., 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 165-186.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plants communities. In: HODGSON, J; ILLIUS A.W. (ed.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**, 1996. p. 3-36.

MAAK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350 p.

MARTINICHEN, D. **Efeito da estrutura do capim Mombaça sobre a produção de vacas leiteiras**. Curitiba: Faculdade de Agronomia, Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Paraná, 2002.

PALHANO, A.L.; HADDAD, C.M. Exigências nutricionais e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv. Coastcross No 1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, 10, p. 1429-1438, 1992

PONTES, L. S. **Dinâmica do crescimento em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejadas em diferentes alturas**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

PRACHE, S.; GORDON, I. J., ROOK, A.J. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. **Annales de Zootechnie**, v.48, p. 1-11, 1998

PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Foraging: behaviour and intake in temperate cultivated grassland. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, 2001, p. 309-319

SANTOS, P.M. **Estudo de algumas características agronômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, 1997.

UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

WADE, M.H. **Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing**

method. St-Gilles: Universidade de Rennes, Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade de Rennes.1991.

CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As relações existentes entre animais e plantas forrageiras, datadas de milhares de anos e verificadas em diferentes condições, mostram que esses agentes sofreram evolução conjunta, não sendo, portanto, indiferentes ao tipo e intensidade das ações por eles realizadas.

Estruturas variáveis do dossel forrageiro induzem os animais a comportamentos de pastejo extremamente diferentes, demonstrando sua habilidade inata em adaptar-se ao ambiente oferecido, por meio de estratégias bastante coerentes com sua busca por nutrientes e, por fim, sobrevivência.

O conjunto de informações apresentadas neste estudo confirma essas interações à medida que o comportamento ingestivo dos animais foi afetado, de diversas maneiras, pela altura do dossel, variável cuja manipulação foi responsável pela criação das estruturas oferecidas aos animais e, conseqüentemente, pelas modificações verificadas em seu comportamento ingestivo.

Em situações onde o manejo do pastejo resulta em redução importante na altura do dossel, o processo de pastejo é dificultado aos animais, que passam a investir mais tempo à procura por forragem, por meio da realização de um maior número de passos, da maior frequência de troca entre estações alimentares e da maior taxa de bocados. Por outro lado, quando o manejo do pastejo permite elevado acúmulo de forragem, o tempo destinado às atividades de apreensão da massa ingerida e ao seu processamento, reduz a eficiência do processo de pastejo.

Estudos desenvolvidos em curto prazo são fundamentais ao entendimento das bases do processo de pastejo porém, devem ser validados por outros, de longo prazo, para verificar o grau de compensação manifestado pelos animais, visando suplantiar possíveis limitações existentes no momento do pastejo. A simples extrapolação de resultados não é válida, uma vez que os princípios que regem o processo de pastejo em longo prazo são bem mais complexos e de difícil previsão. Avaliação do comportamento ingestivo de animais em produção podem resultar em ações de manejo melhores, aumentando a sustentabilidade de sistemas de produção animal baseados em pastagens.

Possíveis limitações verificadas na condução deste estudo, relacionadas ao reduzido número de repetições e à necessidade de divisão dos testes de pastejo em sessões,

advieram de restrições financeiras e operacionais, podendo ser ajustadas em estudos futuros.

A correção dos parâmetros de ingestão, massa do bocado, massa de forragem total consumida e taxa de ingestão, por meio de sua ponderação em função do peso corporal dos animais visou eliminar o efeito do crescimento dos animais, ao longo do período experimental, o que por si, poderia ser considerado um fator de variação sobre os parâmetros avaliados. Essa ponderação foi considerada adequada a partir da realização de análise da variância, onde não foi observada interação significativa entre os animais e os tratamentos, validando o procedimento adotado.

Dessa forma, verifica-se que a hipótese inicial deste estudo foi confirmada, mostrando que não apenas o baixo valor nutritivo das espécies forrageiras tropicais, em condições de elevado acúmulo de forragem, impõe restrições ao consumo de forragem mas, também, a altura do dossel e, conseqüentemente, a estrutura do mesmo, resultado de limitações impostas às atividades de apreensão e processamento da massa ingerida.

Por fim, sugere-se uma maior reflexão acerca dos ambientes de pastejo a serem oferecidos aos animais, visando torná-los favoráveis à expressão de suas estratégias alimentares.

ANEXOS

ANEXO 1 - Distribuição da massa de forragem do capim Mombaça, em termos das frações lâminas foliares, colmos mais bainhas e material senescente, dividida em estratos de 20 cm para as alturas 60 (a), 80 (b), 100 (c), 120 (d) e 140 (e) cm. Pinhais, 2002.

Estratos do dossel (cm)	60 cm		
	Lâminas Foliares	Colmos mais bainhas	Material Senescente
	(kg de MS.ha ⁻¹)		
60-80	34,49		
40-60	206,46	74,40	31,82
20-40	618,82	436,56	325,36
0-20	446,02	2168,80	3226,76
MS total/fração	1305,79	2679,76	3583,94
	Proporção da massa de cada fração no estrato médio inferior (%))		
	57,9	89,1	94,6

(a)

Estratos do dossel (cm)	80 cm		
	Lâminas Foliares	Colmos mais bainhas	Material Senescente
	(kg de MS.ha ⁻¹)		
80-100	14,22		
60-80	101,98		
40-60	722,65	29,87	2,76
20-40	1460,78	267,82	363,40
0-20	611,47	2429,62	3125,38
MS total/fração	2911,10	2727,31	3491,54
	Proporção da massa de cada fração no estrato médio inferior (%))		
	71,2	98,9	99,9

(b)

Estratos do dossel (cm)	100 cm		
	Lâminas Foliares	Colmos mais bainhas	Material Senescente
	(kg de MS.ha ⁻¹)		
100-120	74,54		
80-100	298,58		
60-80	945,64		
40-60	1380,17	38,05	213,07
20-40	1256,48	805,04	740,64
0-20	431,41	2450,00	2429,54
MS total/fração	4386,82	3293,09	3383,25
	Proporção da massa de cada fração no estrato médio inferior (%))		
	54,2	99,4	96,9

(c)

ANEXO 1 - Distribuição da massa de forragem do capim Mombaça, em termos das frações lâminas foliares, colmos mais bainhas e material senescente, dividida em estratos de 20 cm para as alturas 60 (a), 80 (b), 100 (c), 120 (d) e 140 (e) cm. Pinhais, 2002 (continuação)

Estratos do dossel (cm)	120 cm		
	Lâminas Foliares	Colmos mais bainhas	Material Senescente
	(kg de MS.ha ⁻¹)		
120-140	126,76		
100-120	207,74		
80-100	544,00		
60-80	1046,32	185,60	
40-60	1649,41	329,44	171,65
20-40	1301,79	1085,41	525,51
0-20	452,32	3354,79	2145,07
MS total/fração	5328,34	4955,24	2842,23
	Proporção da massa de cada fração no estrato médio inferior (%))		
	63,9	96,3	100,0

(d)

Estratos do dossel (cm)	140 cm		
	Lâminas Foliares	Colmos mais bainhas	Material Senescente
	(kg de MS.ha ⁻¹)		
140-160	140,80		
120-140	278,94		
100-120	640,80		
80-100	1266,76	38,05	
60-80	1790,31	108,72	32,89
40-60	2166,40	801,51	244,98
20-40	1149,07	1538,58	1010,85
0-20	244,63	3315,20	2478,40
MS total/fração	7677,71	5802,06	3767,12
	Proporção da massa de cada fração no estrato médio inferior (%))		
	58,0	98,4	99,6

(e)

ANEXO 2 – Resultados totais das densidades volumétricas de forragem, de colmos mais bainhas, de lâminas foliares e de perfilhos do capim Mombaça, referente às alturas da pastagem de 60, 80, 100, 120 e 140 cm, Pinhais, 2002.

Variáveis	Alturas do dossel									
	60	60	80	80	100	100	120	120	140	140
	(cm)									
AP	60,57	57,16	79,56	79,00	100,30	92,70	117,2	116,01	132,38	133,58
DLF	0,19	0,23	0,45	0,27	0,49	0,37	0,49	0,38	0,51	0,57
DCB	0,52	0,38	0,33	0,35	0,45	0,21	0,39	0,44	0,48	0,34
DF	1,25	1,26	1,43	0,85	1,32	0,87	1,12	1,05	1,27	1,16
DP	254,4	254,4	226,6	244,4	252,8	250,5	376,7	252,1	256,0	272,0

AP = altura da pastagem (cm)

DLF = densidade de lâminas foliares (kg de MS m⁻³)

DCB = densidade de colmos mais bainhas (kg de MS m⁻³)

DF = densidade de forragem (kg de MS m⁻³)

DP = densidade de perfilhos (perfilhos m⁻³)

ANEXO 3 – Resultados totais dos parâmetros avaliados para caracterização da pastagem e nos testes de pastejo, Pinhais, 2002.

	Alturas do dossel									
	60	60	80	80	100	100	120	120	140	140
	(cm)									
	60,57	57,16	79,56	79,00	100,30	92,70	117,2	116,01	132,38	133,58
PB	20,46	17,88	16,53	15,74	13,59	9,87	12,14	12,27	10,53	9,65
FDN	64,94	67,44	62,23	67,11	68,35	68,48	72,37	76,44	72,68	72,59
FDA	29,61	31,31	30,75	31,71	36,74	36,35	34,63	36,29	39,27	37,43
PD	0,30	0,30	0,26	0,22	0,16	0,18	0,20	0,24	0,14	0,19
ID	60,39	48,42	57,63	65,71	38,82	45,83	30,52	32,21	32,38	37,48
MS	14,33	19,49	24,76	21,39	26,09	28,13	26,73	27,29	31,16	34,74
MSF	7586,75	7552,10	11433,05	6826,79	13394,66	8731,58	13537,24	12714,30	18019,21	16474,50
MSLF	1225,07	1571,08	3647,46	2174,71	4533,25	3695,37	5928,35	4728,29	7214,04	8141,34
CLFE	19,34	25,14	49,68	48,03	60,22	65,12	67,76	63,29	62,53	70,39
CLFEE	31,73	27,35	32,94	44,57	55,41	51,09	56,61	56,63	56,72	57,38
MB	2,01	1,62	4,03	3,91	4,47	3,56	4,48	4,09	5,74	7,47
MCT	0,25	0,25	0,51	0,46	0,58	0,56	0,66	0,59	0,49	0,64

PB = pProteína bruta (%); FDN = fibra insolúvel em detergente neutro (%); FDA = fibra insolúvel em detergente ácido (%); PD = probabilidade de desfolhação (%); ID = intensidade de desfolhação (%); MS = teor de massa seca (%); MSF = massa seca de forragem (kg MS há⁻¹); MSLF = massa seca de lâminas foliares (kg MS há⁻¹); CLFE = comprimento de lâminas foliares expandidas (cm); CLFEE = comprimento de lâminas foliares em expansão (cm); MB = massa do bocado (mg MS bocado⁻¹ kgPV⁻¹); MCT = massa seca consumida total (g MS kgPV⁻¹)

ANEXO 3 – Resultados totais dos parâmetros avaliados para caracterização da pastagem e nos testes de pastejo, Pinhais, 2002. (continuação).

Variáveis	Alturas da pastagem									
	60	60	80	80	100	100	120	120	140	140
	(cm)									
	60,57	57,16	79,56	79,00	100,30	92,70	117,20	116,01	132,38	133,58
TI	0,06	0,06	0,11	0,10	0,10	0,09	0,12	0,10	0,08	0,11
TXB	28,57	33,93	28,96	26,57	22,13	26,50	25,16	25,39	15,47	14,71
TB	2,11	1,78	2,12	2,28	2,75	2,30	2,41	2,37	4,04	3,94
TM	1,05	1,10	0,53	0,58	0,60	0,64	0,52	0,58	0,70	0,53
BEA	5,43	6,50	8,24	8,82	7,96	12,43	10,09	11,05	7,60	8,39
TUA	6,84	5,64	6,96	5,64	3,69	4,05	3,51	3,87	2,43	2,97
EAM	5,38	5,81	3,61	3,05	2,16	1,73	1,93	2,15	1,49	1,50

PEA	1,68	1,56	1,86	1,88	2,82	2,56	2,30	2,29	3,31	2,51
TD	9,04	9,06	6,71	5,73	6,09	4,43	4,44	4,92	4,93	3,77
PT	395	400	298	244	260	198	188	211	221	149

TI = taxa de ingestão ($\text{g MS kgPV}^{-1} \text{min}^{-1}$); TXB = taxa de bocados (bocados min^{-1}); TB = tempo por bocado (s bocado^{-1}); TM = relação tempo por grama de massa seca ingerida (s gMS^{-1}); BEA = bocados por estação alimentar (bocados EA^{-1}); TEA = taxa de utilização da área ($\text{m}^2 \text{min}^{-1}$); EAM = estações alimentares por minuto (EA min^{-1}); PEA = passos entre estações alimentares (passos EA^{-1}); TD = Taxa de deslocamento (passos min^{-1}); PT = passos totais (passos)

ANEXO 4 – Análises da variância dos testes de médias efetuados pelo teste de Duncan, através do aplicativo STATGRAPHICS: (a) altura de entrada dos animais nos testes de pastejo, (b) altura de saída dos animais nos testes de pastejo (c) densidade de forragem, (d) densidade de colmos mais bainhas, (e) densidade de lâminas foliares, (f) densidade de perfilhos, (g) lâminas foliares totais, (h) massa seca de forragem e (i) massa seca de lâminas foliares, (j) oferta de forragem ($m^3.UA$), (k) oferta de forragem, (l) oferta de lâminas foliares. Pinhais, 2002.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	6894,6500	1723,6600	300,87	0	
REPETIÇÕES	1	13,3634	13,3634	2,33	0,2014	
RESÍDUO	4	22,9155	5,7289			
TOTAL	9	6930,9300				2,5

(a)

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	7627,11	1906,78	120,49	0,0002	
REPETIÇÕES	1	27,79	27,79	1,76	0,2558	
RESÍDUO	4	63,30	15,83			
TOTAL	9	7718,20				4,8

(b)

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	0,0446	0,0111	0,33	0,84	
REPETIÇÕES	1	0,1440	0,1440	4,30	0,11	
RESÍDUO	4	0,1340	0,0335			
TOTAL	9	0,3226				15,8

(c)

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	0,1048	0,0262	1,32	0,3982	
REPETIÇÕES	1	0,0476	0,0476	2,39	0,1969	
RESÍDUO	4	0,0796	0,0199			
TOTAL	9	0,2321				25,2

(d)

ANEXO 4 – Análises da variância dos testes de médias efetuados pelo teste de Duncan, através do aplicativo STATGRAPHICS: (a) altura de entrada dos animais nos testes de pastejo, (b) altura de saída dos animais nos testes de pastejo (c) densidade de forragem, (d) densidade de colmos mais bainhas, (e) densidade de lâminas foliares, (f) densidade de perfilhos, (g) lâminas foliares totais, (h) massa seca de forragem e (i) massa seca de lâminas foliares, (j) oferta de forragem ($\text{m}^3\text{.UA}$), (k) oferta de forragem, (l) oferta de lâminas foliares. Pinhais, 2002 (continuação).

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	0,1186	0,0297	5,29	0,0679	
REPETIÇÕES	1	0,0096	0,0096	1,71	0,2607	
RESÍDUO	4	0,0224	0,0056			
TOTAL	9	0,1507				19,0

(e)

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	7194,18	1798,55	1,00	0,4995	
REPETIÇÕES	1	867,13	867,13	0,48	0,5254	
RESÍDUO	1	7184,16	1796,04			
TOTAL	9	15245,50				16,1

(f)

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	3421,40	855,35	5,66	0,0609	
REPETIÇÕES	1	384,40	384,40	2,54	0,1860	
RESÍDUO	4	604,60	151,15			
TOTAL	9	4410,40				3,3

(g)

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	$1,14 \cdot 10^8$	$2,84 \cdot 10^7$	12,11	0,0166	
REPETIÇÕES	1	$1,36 \cdot 10^7$	$1,36 \cdot 10^7$	5,80	0,0736	
RESÍDUO	4	$9,39 \cdot 10^6$	$2,34 \cdot 10^6$			
TOTAL	9	$1,36 \cdot 10^8$				13,2

(h)

ANEXO 4 – Análises da variância dos testes de médias efetuados pelo teste de Duncan, através do aplicativo STATGRAPHICS: (a) altura de entrada dos animais nos testes de pastejo, (b) altura de saída dos animais nos testes de pastejo (c) densidade de forragem, (d) densidade de colmos mais bainhas, (e) densidade de lâminas foliares, (f) densidade de perfilhos, (g) lâminas foliares totais, (h) massa seca de forragem e (i) massa seca de lâminas foliares, (j) oferta de forragem ($\text{m}^3.\text{UA}$), (k) oferta de forragem, (l) oferta de lâminas foliares. Pinhais, 2002 (continuação).

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	$4,56 \cdot 10^7$	$1,14 \cdot 10^7$	21,31	0,0058	
REPETIÇÕES	1	$5,00 \cdot 10^5$	$5,00 \cdot 10^5$	0,93	0,3886	
RESÍDUO	4	$2,14 \cdot 10^6$	$5,36 \cdot 10^5$			
TOTAL	9	$4,83 \cdot 10^7$				17,1

(i)

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	52198,40	13049,60	98,79	0,0003	
REPETIÇÕES	1	193,60	193,60	1,47	0,2927	
RESÍDUO	4	528,40	132,10			
TOTAL	9	52920,40				3,4

(j)

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	65530,80	16382,70	5,08	0,0723	
REPETIÇÕES	1	19483,40	19483,40	6,04	0,0699	
RESÍDUO	4	12909,10	3227,30			
TOTAL	9	97923,30				14,4

(k)

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P	CV %
TRATAMENTOS	4	38907,90	9726,97	11,70	0,0176	
REPETIÇÕES	1	1313,32	1313,32	1,58	0,2772	
RESÍDUO	4	3325,11	831,28			
TOTAL	9	43546,30				20,3

(l)